App. Mil.
76 f

Ueber die

Konstruktion der Geschützrohre

und anderer hohler Körper

die einem großen inneren Drucke widerstehen sollen.

Von

JAMES ATKINSON LONGRIDGE.

Nebst einem Auszuge aus den

Verhandlungen über diesen Gegenstand.

Aus den

EXCERPT MINUTES OF PROCEEDINGS

OF THE

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS,

VOL. XIX. SESSION 1859-60.

Herausgegeben von

CHARLES MANBY, Ehren-Sekretär, und JAMES FORREST, Sekretär des englischen Vereins der Civil-Ingenieure.

Mit Genehmigung des Vereins ins Deutsche übertragen

von

J. Hartmann,

Hauptmann der Königl. Hannoverschen Artillerie, Lehrer der Artillerie an der Königl. Militair-Akademie zu Hannover.

Hannover.

Helwing'sche Hofbuchhandlung.

1861.

App-mil. 76 E

Longridge

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ueber die

Konstruktion der Geschützrohre

und anderer hohler Körper

die einem großen inneren Drucke widerstehen sollen.

Von

JAMES ATKINSON LONGRIDGE.

Nebst einem Auszuge aus den

Verhandlungen über diesen Gegenstand.

Aus den

EXCERPT MINUTES OF PROCEEDINGS

OF THE

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS,

VOL. XIX. SESSION 1859-60.

Herausgegeben von

CHARLES MANBY, Ehren-Sekretär, und JAMES FORREST, Sekretär des englischen Vereins der Civil-Ingenieure.

Mit Genehmigung des Vereins ins Deutsche übertragen

von

J. Hartmann,

Hauptmann der Königl. Hannoverschen Artillerie, Lehrer der Artillerie an der Königl. Militär-Akademie zu Hannover.

Hannover.

Helwing'sche Hofbuchhandlung.

1861.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Druck von Ph. C. Göhmann in Hannover.

Digitized by Google

Vorwort des Ueberſetzers.

Die vorliegende Schrift, welche den im Buchhandel nicht veröffentlichten Protokollen der engliſchen Institution of Civil Engineers entnommen iſt, handelt von den in jetziger Zeit wichtigen Fragen nach dem Materiale und der Einrichtung der Geſchützrohre. Ihre Uebertragung in's Deutſche, deren von der Institution mit freundlicher Bereitwilligkeit ertheilte Genehmigung dankend anzuerkennen iſt, erſcheint deshalb wohl hinreichend gerechtfertigt.

Die Schrift giebt eine Ueberſicht von dem jetzigen Stande jener Fragen. Freilich iſt bei den Verhandlungen vorwiegend dasjenige, was in England geleiſtet wurde, zur Sprache gekommen und geltend gemacht; das liegt in der, im Allgemeinen gewiß richtigen Art, wie Engländer das was engliſch iſt, hochhalten und voranſtellen. Der deutſche Leſer wird unſere Fortſchritte daneben halten, unſer Eigenthum erkennen und ſo ſein Urtheil um ſo mehr vervollſtändigen können.

Manche in der Schrift enthaltenen Angaben werden lückenhaft, manche Anſichten wiſſenſchaftlich nicht hinreichend begründet erſcheinen. Es lag deshalb zuerſt nahe, die Ueberſetzung mit Bemerkungen zu begleiten. Dieſelben hätten aber zu weit geführt, wären auch dem Charakter der Schrift nicht entſprechend geweſen. Denn der größere, aus den

Digitized by Google

Verhandlungen bestehende Theil der letzteren kann seiner Entstehung nach nicht beabsichtigen, den weiten Umfang des Gegenstandes gründlich zu erschöpfen; auch mag das lebhafte Interesse an der Sache mitunter Aeußerungen hervorgerufen haben, die nach dem Maßstabe einer strengen Kritik nicht gemessen werden sollten.

Die Uebersetzung hat sich also ohne Hinzuthun irgend einer Bemerkung, im Ganzen wörtlich an das englische Original gehalten. Sie ist nur wo Wiederholungen oder einzelne Stellen vorkamen, die unbeschadet des Gegenstandes weggelassen werden konnten — wie dies bei der mündlichen Verhandlung leicht eintritt — mit einigen Abkürzungen und freier zu Werke gegangen. Immer aber ist sie bemüht gewesen, nicht nur den Inhalt, sondern auch die Eigenthümlichkeiten des Originals treu wiederzugeben. Auch der Styl des Protokolls bei den Verhandlungen wurde beibehalten, trotzdem er sich etwas unbequem lies't. Einzelne im Originale befindlichen Undeutlichkeiten und Druckfehler sind in der Uebersetzung möglichst beseitigt.

Alle Maß- (auch Geld-) Angaben sind die englischen geblieben. Die Tonne hat 20 engl. Centner zu 112 engl. Pfunden, 1 Pfund hat 16 Unzen oder 7000 Gräns. Die Meile enthält 1760 Yards, 1 Yard 3 englische Fuß.

Hannover, im Februar 1861.

Digitized by Google

Ueber

die Konstruktion der Geschützrohre

und anderer hohler Körper, die einem großen inneren Drucke widerstehen sollen.

Von

James Atkinson Longridge.

Indem der Verfasser den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung in dem Vereine der Civil-Ingenieure zur Sprache bringt, wünscht er zunächst die Grenze zu bestimmen, innerhalb welcher die letzteren ihre Arbeiten ausdehnen dürfen, ohne auf das Feld ihrer militärischen Genossen überzugreifen.

Nicht erst jetzt, wo der Beruf des Civil-Ingenieurs eine, keinem anderen Stande nachstehende Wichtigkeit erlangt hat, haben ihm oder verwandten Fächern angehörige Männer sich durch Forschungen und Versuche über den vorliegenden Gegenstand ausgezeichnet. Es ist bekannt, daß die Namen Robins und Hutton in vergangener, und Nasmyth, Whitworth, Mallet und Armstrong in jetziger Zeit mit der mechanischen Einrichtung der Kriegsmittel in nahem Zusammenhange stehen. Deshalb glaubt der Verfasser nicht zu weit zu gehen, wenn er die Mitglieder dieses Vereins zu der Betrachtung desselben Gegenstandes veranlaßt.

Er beabsichtigt nicht, eine vollständige Uebersicht über das weite Feld der Geschützkunst zu geben, sondern beschränkt sich auf einen kleinen Theil desselben, der dennoch als die Grundlage des Ganzen betrachtet werden kann; denn so vollkommen immerhin die Theorie, so groß die Geschicklichkeit des Ausübenden sein mag, hängt doch die Wirkung die er erreichen kann, von der Größe der Kraft ab, über die er verfügt; so lange er über diese nicht in hinreichendem Maße gebietet, werden die Resultate immer hinter seinen Wünschen zurückbleiben.

Digitized by Google

Aus der Erfindung des Schießpulvers und neuerdings der Schießbaumwolle entspringt eine ungeheure Kraft, die man aber in Schranken halten muß, um ihren vollen Werth nutzbar zu machen. Der erste und folgenreichste Punkt in der Geschützkunst scheint deshalb der zu sein, die Geschützrohre hinreichend stark zu machen, damit sie die äußerste Gewalt der in ihnen zu gebrauchenden explosiven Masse einschränken und beherrschen können. So lange das Pulver Kanonen und Mörser zu zersprengen vermag, hat man über dasselbe nicht die vollkommene Gewalt, welche die erste Bedingung seiner wirksamen Verwendung ist.

Der Verfasser beschränkt sich also, indem er alle anderen interessanten und wichtigen Fragen, welche dem strebsamen militärischen Techniker bei jedem Schritte begegnen, bei Seite läßt, auf die Untersuchungen über die Anfertigungsart eines Geschützrohrs, welches dem Artilleristen die Herrschaft über das Pulver sichert, mit andern Worten, eines Rohrs welches von dem Schießpulver nicht zersprengt werden kann.

Und es möchte wohl in jetziger Zeit Niemand fähiger sein, an dieser Frage sich zu betheiligen, als der Civil-Ingenieur. In der Verwendung der Metalle zu Konstruktions-Zwecken bewandert und mit Erfahrungen ausgerüstet, die zwar noch immer beschränkt sind und die wünschenswerthe Ausdehnung lange nicht erreicht haben, die aber vor einigen Jahren überhaupt nicht existirten, möchte der Civil-Ingenieur mit den Eigenschaften der nutzbaren Metalle vertrauter sein, als seine militärischen Genossen. Wenn man außerdem daran erinnert, daß kürzlich Bauten, wie die Britannia-, die Victoria- und die Saltash-Brücke und das Dampfschiff Great Eastern, ausgeführt sind, deren Gelingen eine genaue Kenntniß jener Eigenschaften erforderte, so kann man dem Civil-Ingenieur füglich eine solche Bekanntschaft mit dem Gebrauche der Metalle zusprechen, die ihn berechtigt die Frage zu erörtern, wie man ein haltbares und wirksames Geschützrohr anfertige.

Die Aufmerksamkeit des Verfassers wurde im Anfange des Jahrs 1855 auf diesen Gegenstand gelenkt. Er war von den Schwierigkeiten unterrichtet, welche Fabrikanten hydraulischer Pressen bei der Anfertigung der Cylinder von großem Durchmesser, die dem mäßigen Drucke von 3 oder 4 Tonnen auf den Quadratzoll widerstehen sollten, gefunden hatten, und kannte die Erklärung derselben, die, wie er glaubt, zuerst von dem Professor Barlow mit der allen Arbeiten dieses ausgezeichneten Mathematikers eigenen Deutlichkeit gegeben worden ist.

Der Verfasser, der mit den Ansichten des Professors Barlow vollständig einverstanden war, wurde nun darauf geführt zu erwägen, wie dem Mangel abgeholfen werden könne, der jedem Geschützrohre eigen ist, welches aus mehr oder minder homogenem Metalle, aus Gußeisen oder Bronze, besteht. Er war nicht lange zweifelhaft, daß die zu lösende Aufgabe sei: einen hohlen Körper in einem solchen ursprünglichen Zustande des Gleichgewichts herzustellen, daß, wenn hierin durch einen inneren Druck Veränderungen hervorgebracht werden, die ent-

Digitized by Google

stehenden Spannungsverhältnisse die ursprünglich vorhandenen in der Art ergänzen, daß die Summe beider ganz hindurch konstant ist.

Indem man voraussetzte, daß die durch die Explosion bewirkte Spannung eine Funktion des Abstandes vom Mittelpunkte sei, kam es zuerst darauf an, die Natur dieser Funktion zu bestimmen und dann eine Konstruktionsart zu finden, durch welche die Massentheile in einen Grad der Spannung gebracht werden, welcher die Differenz zwischen der zu berechnenden Wirkung der Explosion und der konstanten Widerstandsfähigkeit des gebrauchten Materials ausmacht.

Es war klar, daß weder gegossenes noch geschmiedetes Metall in einer Masse die geforderten Eigenschaften besitzen kann. Der Verfasser erkannte daß das Beste wäre, eine Schicht über die andere zu legen und jeder die ihr angemessene Spannung zu geben, was er nahezu erreichen zu können glaubte, wenn er die auf einander folgenden Schichten durch die Umwickelung eines inneren Kerns mit Draht bildete, der mit der richtigen Spannung aufgewunden würde. Die Leichtigkeit der Ausführung sprach sehr zu Gunsten dieses Gedankens, den der Verfasser, sobald die Umstände es erlaubten, dem Versuche unterzog; und das Resultat, welches später im Einzelnen angegeben werden soll, erschien so befriedigend, daß der Verfasser keine Zeit verlor, den Gegenstand dem damaligen Kriegssecretär Lord Panmure zu unterbreiten, worauf die Sache, wie dies üblich ist, an die Prüfungs-Kommission zu Woolwich verwiesen wurde.

Hier setzte der Verfasser seine Ansichten, so gut er es in einer kurzen Zusammenkunft konnte, auseinander und ließ der Kommission einen mit Draht umwickelten Bronze-Cylinder mit der Bitte, ihn auf seine Widerstandsfähigkeit angemessen zu prüfen, zurück.

Dies Gesuch wurde genehmigt, der Verfasser war indeß verhindert bei dem Versuche gegenwärtig zu sein, dessen Resultat, wie später ausführlich erläutert werden soll, war, nicht daß der Cylinder zersprang, aber daß er an seinem Ende abriß, was jedoch gänzlich der Art wie der Versuch ausgeführt wurde, zur Last fällt.

Es muß aber erwähnt werden, daß der Oberstlieutenant Cardley Wilmot, unter dessen Leitung der Versuch stattfand, dem Verfasser seine Ansicht dahin aussprach, daß das Resultat für das Princip durchaus nicht entscheidend wäre und daß er weitere Versuche zu sehen hoffe.

Der Verfasser fand jedoch, daß dies nicht so leicht zu erreichen war. Er setzte an geeigneter Stelle die Räthlichkeit weiterer Versuche dringend auseinander, und erbot sich, nach demselben Principe ein Geschützrohr zu liefern, dessen Kosten eine mäßige Höhe nicht überschreiten sollten. Es war aber vergeblich. Am 25. October 1855 wurde er benachrichtigt, daß die Angelegenheit noch einmal der Prüfungs-Kommission vorgelegt worden sei, daß diese es aber nicht für wünschenswerth halte, weitere Versuche mit solchen Geschützrohren anzustellen.

Als der Verfasser keine Aussicht hatte, eine Prüfung, wie er sie wünschte, zu erlangen, fuhr er zu seiner eigenen Befriedigung so lange

Digitized by Google

fort zu experimentiren, bis er überzeugt war daß die Forderungen der Theorie einer praktischen Ausführung fähig wären.

Um diese Zeit war es, daß er von dem Capitain Blakely der Königlichen Artillerie auf die Sache angeredet wurde, welcher Zeit und Geld auf die Entwicklung desselben Princips verwandte und damals, wie es schien, die praktische Lösung in der Anwendung koncentrischer Ringe oder Reifen, die schichtweise auf eine innere Röhre gezogen oder aufgezwängt wären, zu finden glaubte.

In derselben Zeit beschäftigte sich, was dem Verfasser indeß nicht bekannt war, Herr Mallet mit der Erfindung und Anfertigung von Mörsern nach demselben Principe, wobei er in seinen Berechnungen durch den mathematischen Beistand des Professors Hart zu Dublin unterstützt wurde.

Auch Herr (nun Sir William) Armstrong war mit der Konstruktion eines Geschützrohrs beschäftigt, dessen Stärke auf answendigen koncentrischen Schichten beruhte, denen er aber damals, wie der Verfasser glaubt, nicht die verschiedenen Spannungen gab, in denen das Wesen der in dieser Abhandlung vertretenen Konstruktion besteht.

Und hier mag, um der Versammlung sowohl jetzt als während der etwa entstehenden Verhandlung Zeit zu ersparen, hervorgehoben werden, daß dies Princip nicht blos auf Verstärkung der Rohre durch äußere Reifen beruht. Diese Konstruktionsart ist wahrscheinlich die älteste von allen; man findet nicht nur in Europa, sondern auch in Indien und China noch viele Beispiele derselben. Als die Gießkunst zu größerer Vollkommenheit gelangt war, gab man sie auf und ist auf sie nachher nur als auf ein Mittel, die gegossenen Rohre zu verstärken, zurückgekommen.

Das vorliegende Princip besteht in der Herstellung eines Rohrs aus Schichten in einer solchen Weise, daß vom Mittelpunkte nach außen fortschreitend, jede folgende Schicht mit einer Spannung angelegt wird, welche diejenige der vorhergehenden überschreitet, so daß die inneren Schichten in ihrem gewöhnlichen Zustande sich wirklich unter einem Drucke befinden. Der Werth dieses Princips ist hauptsächlich der Gegenstand, welchen der Verfasser zur Verhandlung zu bringen wünscht.

Es ist schon gesagt worden, daß die zu lösende Aufgabe darin besteht, ein Rohr anzufertigen, welches vom Pulver nicht gesprengt werden kann.

Es muß deshalb zunächst die Frage beantwortet werden, was die äußerste Kraft des Pulvers, d. h. wie groß der Druck ist, welcher in einem mit Pulver gefüllten Gefäße in Folge der Entzündung entsteht, vorausgesetzt daß die Gase nicht entweichen können?

Nach Robins wäre die äußerste Kraft des Pulvers zu 1000 Atmosphären oder nahe 7 Tonnen auf den Quadratzoll anzunehmen; nach Dr. Hutton zu 2000 bis 2400 Atmosphären oder 14 bis 17 Tonnen auf den Quadratzoll.

Dem Verfasser schien es wünschenswerth, diesen wichtigen Punkt selbst festzustellen und er glaubte daß der beste Weg, dies zu erreichen,

Digitized by Google

der sein würde, Gefäße von einer gewissen bekannten Festigkeit anzufertigen, sie mit Pulver zu füllen und dieses unter solchen Vorkehrungen welche das Entweichen von Gas verhindern, zu entzünden. Er verschaffte sich also eine Quantität von dem Kanonenpulver der Regierung und bereitete eine Anzahl von dünnen gußeisernen Cylindern von 1 Zoll Durchmesser und $^1/_{10}$ Zoll Dicke vor, die absichtlich aus sehr hartem und sprödem, also das Minimum der Festigkeit besitzenden Eisen gegossen, dann ausgebohrt und abgedreht waren, so daß sie genau dieselben Dimensionen besaßen. Sie wurden mit Eisendraht umwunden, dessen Festigkeit vorher durch den Versuch ermittelt war. Die Anzahl der Umwickelungen richtete sich nach dem Grade der verlangten Stärke und jede Umwickelung wurde mit derjenigen Spannung angelegt, bei welcher nach des Verfassers Berechnung, in dem Augenblicke des Zersprengens alle Umwickelungen zugleich reißen mußten.

Diese Cylinder wurden mit Pulver gefüllt und die Enden gesperrt, so daß keine andere Oeffnung blieb als ein Zündloch von der Größe einer dünnen Nadel, durch welches das Pulver entzündet wurde. Natürlich zersprangen einige derselben, aber zuletzt ergab sich, daß ein Cylinder der obigen Art mit 10 Drahtumwickelungen nicht zersprengt werden konnte.*)

Da nun der Durchschnitt des Gußeisens $^2/_{10}$ Zoll beträgt, so ergiebt sich, wenn man seine Festigkeit zu 8 Tonnen auf den Quadratzoll annimmt,

$^2/_{10} \cdot 8$ Tonnen auf den Quadratzoll $=$ Tonnen $1{,}6$

Es waren 10 Drahtumwickelungen vorhanden, jeder Draht riß erfahrungsmäßig bei 60 Pfd. und war $^1/_{28}$ Zoll dick; also war die Festigkeit der beiden Seiten $= \frac{2 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 10}{2240} = 15{,}0$

und die ganze Festigkeit 16,6

Der innere Durchmesser des Cylinders war genau ein Zoll. Demnach scheint es, daß die größte Kraft des Pulvers 17 Tonnen auf den Quadratzoll nicht übersteigt.

Der Verfasser will indeß bemerken, daß er dies nicht für das Maximum der Wirkung hält, die hervorgebracht werden kann. Die Explosion des Pulvers ist mehr ein Stoß als ein Druck, und obgleich streng genommen der Stoß nur ein Druck von kurzer Dauer ist, so wird doch allgemein zugegeben, daß die Länge dieser Dauer einen großen Einfluß auf die Wirkung hat.

So weist z. B. der Professor Rankine in seinem Handbuche der angewandten Mechanik**) nach, daß „eine Stange, welche einer plötzlich ausgeübten Gewalt mit Sicherheit widerstehen soll, eine doppelt so große Festigkeit haben muß, als nöthig ist damit sie der allmälig ausgeübten und anhaltenden Wirkung derselben Gewalt widerstehen kann."

*) Einer dieser Cylinder wurde vorgezeigt. Der Herausgeber.

**) Manual of Applied Mechanics, pag. 287.

Digitized by Google

Wenn dem so ist, so folgt daraus daß das Rohr um so heftiger angegriffen wird, je rascher die Explosion vor sich geht. Wahrscheinlich ist der Druck nicht stärker, bringt aber, da er in kürzerer Zeit ausgeübt wird, eine größere Wirkung hervor. Vermuthlich ist dies auch die Ursache, daß Rohre wenn sie heiß wurden dem Zerspringen mehr ausgesetzt sind. Das Eisen wird dadurch nicht schwächer, denn Herr Fairbairn hat gezeigt, daß bis zu 600° die Festigkeit des Gußeisens nicht wesentlich abnimmt; aber das Pulver wird in einem heißen Rohre erwärmt, verbrennt dann rascher und seine Kraft entsteht und wirkt plötzlicher.

Der Verfasser giebt also, obgleich er fand daß die zerreißende Gewalt des Kanonenpulvers 17 Tonnen auf den Quadratzoll nicht übersteigt, zu, daß dasselbe unter besonderen Umständen eine größere Kraft zeigen kann. Jedenfalls scheint es ihm, daß die Gefäße in welchen man das Pulver gebrauchen will, sobald man die äußerste Kraft des letzteren in Anspruch nimmt, diesen Druck mindestens müssen ertragen können.*)

Nach der Theorie des Professors Barlow kann kein Gefäß, wie dick es auch sei, einem inneren Drucke welcher größer als die Festigkeit des Materials ist, auf die Dauer widerstehen. Hiernach gewährt das Gußeisen, dessen Festigkeit nur etwa 8 Tonnen auf den Quadratzoll beträgt, keine Aussicht auf Haltbarkeit, wo ein größerer Widerstand nöthig ist; und es wäre seltsam, wenn man auf der Verwendung dieses Materials bestände und Versuche über Versuche zur Auffindung eines Mittels anstellte, welches man so wenig wie den Stein der Weisen entdecken wird: des Mittels, das Gußeisen für sich allein über das Maß seiner größten Widerstandsfähigkeit hinaus haltbar zu machen.

Es mag wahr sein, was ein hochgestellter Officier dem Verfasser bemerklich machte, daß früher die Geschützrohre nicht so oft zersprangen als jetzt. Hatten die Rohre damals vielleicht nicht so viel zu leisten? Die ersten Schienen auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn wogen ungefähr 35 Pfd. per Yard und genügten eine Zeit lang vollkommen; als man aber schwerere Maschinen und eine größere Schnelligkeit anwandte, wurden schwerere Schienen nöthig — und so ist es mit den Kanonen auch. Die Bestandtheile des Pulvers werden jetzt mit viel größerer Sorgfalt auf ihre Reinheit geprüft und es ist deshalb wahrscheinlich, wonicht gewiß, daß seine Verbrennlichkeit größer sein muß. Diesem Umstande und der Vergrößerung der Kaliber kann wohl das häufigere Vorkommen von Unglücksfällen zugeschrieben werden, ohne daß man die Ursache in einer Verschlechterung des Eisens oder in einer Unredlichkeit der Kontrahenten zu suchen braucht.

Der Verfasser ist nicht geneigt, die Stärke des englischen Eisens oder die Rechtschaffenheit englischer Unternehmer für geringer zu halten, als sie in den sogenannten guten alten Tagen der Kriegszeit waren; er glaubt vielmehr, daß die Kraft des Pulvers und noch mehr die von letzterem verlangten Leistungen größer sind als früher.

*) Man sehe die Note über die Kraft des Pulvers im Anhange.

Digitized by Google

Uebrigens wollte er, ohne über die Zweckmäßigkeit technische Etablissements regierungsseitig zu errichten, eine Meinung zu äußern, nur seine Stimme gegen die Behauptung erheben, daß solches durch die Unfähigkeit oder Unredlichkeit der Privatfirmen nothwendig geworden sei.

Es ist erwiesen, daß keiner der in den Dienst eingeführten 68-Pfünder bei der vollen Pulverladung mit Sicherheit abgefeuert werden kann. Es ist ferner notorisch, daß mehrere Lancaster-Kanonen gesprungen sind; von den Sweaborg'schen 13-zölligen Mörsern gar nicht zu reden. Alles das sollte wohl beweisen, daß man die Stärke des Gußeisens zu hoch schätzt. Da dies aber, wie es scheint, nicht allgemein zugestanden wird, so ist es erforderlich, dem eigentlichen Gegenstande dieser Abhandlung noch einige Worte über die Ursache der Mängel gußeiserner Geschützrohre voran zu schicken.

Zuvörderst besitzt ein großes Kanonen- oder Mörserrohr im Innern weit weniger Festigkeit, als gewöhnliche Gußsachen durchschnittlich besitzen, und dies muß immer der Fall sein, so lange die Geschützrohre massiv gegossen werden. Hierbei erstarrt nämlich die Außenseite zuerst, wodurch die langsamer erkaltende innere Masse weniger dicht und, caeteris paribus, weniger widerstandsfähig wird. Dies ist ein natürlicher Hergang, welcher durch keine Sorgfalt in der Auswahl des Materials überwunden werden kann. Der schlechteste Theil dieses Eisens, in der Seele des Rohrs, wird nachher ausgebohrt; aber dennoch ist das Metall um die inneren Wände geschwächt und befindet sich grade am Boden der Pulverkammer in möglichst schlechter Beschaffenheit.

Auch die an verschiedenen Stellen des Rohrs vorhandenen plötzlichen Unterschiede der Abmessungen sind, nach der Meinung des Hrn. Mallet*), Ursachen der Schwäche. Herr Mallet geht hierbei von der Theorie aus, daß die Hauptachsen der Krystalle sich in der Richtung ordnen, in welcher die Hitze nach außen abfließt, wodurch schwache Stellen überall da entständen, wo eingehende Winkel oder plötzliche Formveränderungen vorkommen. Dem Verfasser scheint diese Erklärung auf zu willkürlichen Annahmen zu beruhen, als daß er ihr viel Vertrauen schenken könnte. Er hat viele Fälle von Brüchen an Gußeisen sorgfältig untersucht, sich aber bei keinem derselben überzeugen können, daß die Krystalle jene bestimmte Richtung, die er für die Ursache einer schwachen Stelle hätte halten dürfen, hatten. Die Bruchstellen ließen nur eine verworrene Masse mehr oder minder bestimmbarer Krystalle erkennen, die keinenfalls so geordnet waren, daß man die übereinstimmende Richtung einer Hauptachse, wie Herr Mallet letztere nennt, hätte angeben können.

Der Verfasser glaubt, daß man in den fraglichen Fällen auf diese Theorie nicht zu greifen braucht, sondern lediglich das Gesetz nach welchem die Abkühlung vor sich geht, für die Quelle der entstandenen

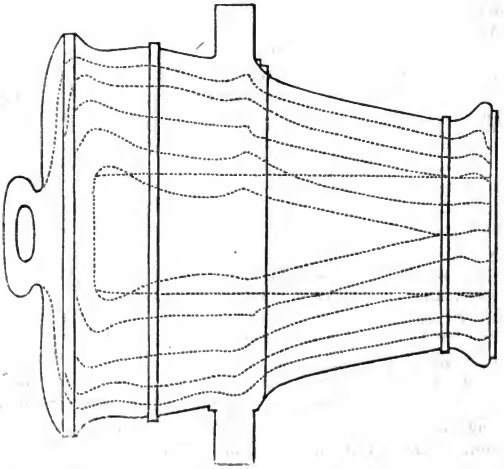
*) Man sehe das Werk „On the Physical Conditions involved in the Construction of Artillery." By R. Mallet. London 1856.

Digitized by Google

Schwäche halten darf. Eine Veränderung in der Dicke muß Unterschiede in dem Maße der Abkühlung nach sich ziehen und dies schon einen Zustand verschiedener Stärke unter den Theilen des Metalls herbeiführen, der ohne Zweifel dessen Widerstandsfähigkeit vermindert. Bei gewöhnlichen Gußsachen ist dies zu allgemein begriffen und zugestanden, als daß es weiterer Bemerkungen bedürfte. Dasselbe Gesetz wirkt aber auch, wenngleich vielleicht in weniger einleuchtender Weise, in Geschützrohren.

Man betrachte z. B. die folgende Skizze eines der Deutlichkeit wegen in unrichtigen Verhältnissen gezeichneten, nach dem Gusse erkalteten

Fig. 1.



Geschützrohrs. Obgleich bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von der Sache die zweifellos richtige Lage der isothermen Linien für irgend einen Zeitpunkt der Abkühlung nicht angegeben werden kann, so werden letztere sich doch gewiß den in der Skizze punktirt gezeichneten Linien annähern. Und diesen Linien würden nach irgend einem bestimmten Gesetze die Linien folgen, in welchen die Partikeln des Rohrs nach der Erkaltung gleiche Stärke besitzen.

Es ist also klar, daß die Seelenwände des ausgebohrten Rohrs sich in einem verschiedenen Zustande der Spannung befinden müssen. Folglich ist von Haus aus durch das ganze Rohr der Grad der Spannung verschieden, und seine Widerstandsfähigkeit gegen einen innern Druck geringer als die normale oder mittlere Festigkeit des Materials. Außerdem wird aber die Erkaltung da, wo Veränderungen der Dimensionen vorkommen, verschiedene Spannungen verursachen, welche einen Bruch an diesen besonderen Stellen zur Folge haben können.

Digitized by Google

Der Verfasser will indeß diesen Gegenstand nicht weiter verfolgen. Die Hauptsache war ihm, zu zeigen daß die inneren Theile des Rohrs, welche den größten Druck auszuhalten haben, schon durch die Art und Weise der Anfertigung unter die mittlere Festigkeit des Materials gebracht werden. Wie viel dies beträgt, wagt er nicht zu sagen; aber wenige gut ausgedachte Experimente würden über diesen Gegenstand viel Licht verbreiten.

Das kürzlich herausgekommene Blaubuch zeichnet die Resultate der vom Oberstlieutenant Cardley Wilmot geleiteten Versuche zu Woolwich auf. Es enthält eine Menge Nachrichten über die Eigenschaften verschiedener Eisensorten, schweigt aber ganz und gar über jenen, für den Gebrauch derselben zur Geschützfabrikation wichtigsten Umstand. Der Verfasser begnügt sich deswegen mit der Anführung der Thatsache, daß die Festigkeit des an dem innern Umfange befindlichen Materials geringer als die mittlere Festigkeit des letzteren ist, wie dies Experimente, die in dem genannten Blaubuche verzeichnet sind, ergeben haben.

Der zunächst zu betrachtende Punkt ist die Größe der Kraft, welcher die Rohre heutiges Tages zu widerstehen haben. Früher war das Geschütz im Allgemeinen von kleinerem Kaliber, die Verbrennung des Pulvers langsamer und der Spielraum wahrscheinlich größer. Außer diesem Allen ist jetzt die Einführung der Langgeschosse statt der Kugeln und das Ziehen der Rohre in Anschlag zu bringen.

Ein Langgeschoß hat viel mehr Masse im Vergleich zu seinem Durchmesser und muß, damit man die Züge vortheilhaft nutze, fest im Rohre anschließen. Eine Zunahme der Masse und Reibung tritt also neben einer Abnahme des Spielraums ein, woraus folgt daß das Geschoß langsamer in Bewegung kommt und der Druck des Pulvers hinter ihm beträchtlich, und wie die Erfahrung lehrt dermaßen gesteigert wird, daß die Rohre ihn nicht aushalten können. Ein anderer Umstand, der nicht übersehen werden darf, ist die heutiges Tages erstrebte Vergrößerung der Schußweite, d. h. der Anfangsgeschwindigkeit. Es war bekanntlich bei dem alten Systeme nicht zu ändern, daß die Schußweiten immer sehr begrenzt blieben. Denn die Vermehrung der Pulverladung über ein gewisses Maß hinaus vergrößerte die Schußweite nur unbedeutend, aus dem einfachen Grunde weil das Geschoß, sobald seine Trägheit überwunden war, sich vorwärts bewegte und eine Anhäufung des Druckes hinter sich verhinderte; es ereignete sich auch oft, daß unverbrannte Pulverkörner aus der Mündung geworfen wurden. Hinter einem, in dem gezogenen Rohre eng schließenden, Langgeschosse häuft sich dagegen der Druck in einem früher unbekannten Maße an.

Dies erklärt wohl zur Genüge, daß Rohre die früher haltbar genug waren, die Widerstandsfähigkeit welche man jetzt von ihnen verlangt, nicht besitzen. Der Verfasser will nur noch hinzufügen, daß es ihm merkwürdig erscheint, wenn man noch ferner bei den Anstrengungen, dasjenige zu erreichen was der Erfahrung nach für unmöglich zu halten ist, beharrt.

Digitized by Google

Man hat den geschicktesten Mechanikern Rohre gewöhnlicher Art überwiesen, um sie mit Zügen zu versehen. Der Verfasser erdreistet sich vorherzusagen, daß sie ganz unbrauchbar sein werden. Sie waren für ihren früheren Zweck kaum haltbar genug und müssen den Dienst versagen, wenn ungleich mehr von ihnen verlangt wird. Freilich hat man die Thatsache daß gußeiserne Rohre nicht taugen, anerkannt, aber unglücklicherweise nur so weit, daß man ihre Mängel entweder dem schlechten Materiale oder unredlichen Absichten beimaß. Demzufolge hat man mit ungeheueren Kosten eine öffentliche Geschützgießerei eingerichtet, ausdrücklich zur Anfertigung gußeiserner Rohre.*)

Der Verfasser bezweifelt nicht, daß bei großer Sorgfalt in der Auswahl und Behandlung des besten Materials vielleicht bessere Resultate, als durchschnittlich bei dem alten Systeme, erzielt werden. Er fühlt aber zu gleicher Zeit, und Viele werden ebenso denken, daß ein neues Etablissement irgend welcher Art immer mit Verlust arbeiten muß im Vergleich zu alten Firmen, die im Besitz ihres Rufes und reichlicher Mittel, sich ebenso sehr durch den Wunsch diesen Ruf aufrecht zu erhalten, als durch den Geld zu verdienen, treiben lassen. Solche Firmen wissen wohl daß letzteres vom ersteren abhängt, und obgleich der Verdienst das Wesen aller kommerziellen Geschäfte ist, so ist er doch weit davon entfernt, der Lieferung möglichst vollkommener Waaren entgegen zu stehen.

Also man hat, um wieder zur Sache zu kommen, Gußeisen versucht und mangelhaft befunden. Die Initiative ein neues Material aufzusuchen, ist nicht von den Etablissements der Regierung, sondern von Privatpersonen ausgegangen, die der Sache viel Zeit und Geld geopfert haben.

Man hat mit Schmiedeeisen und mit Stahl Versuche gemacht und, was die Beschaffenheit der Arbeit anbetrifft, herrliche Resultate erreicht, bei großen Rohren freilich mit außerordentlich hohen Kosten. Nimmt man die Widerstandsfähigkeit bei dem einen zu 20 und bei dem andern zu 40 Tonnen auf den Quadratzoll an, und die Kraft des Pulvers wie vorhin zu 15 Tonnen, so sollte man glauben daß jedes dieser Metalle den Forderungen des Professors Barlow genüge. Ist es aber in der Wirklichkeit so? Hierüber vermag der Verfasser keine bestimmte Meinung auszusprechen, es läßt sich jedoch derselbe Einwand wie bei den gußeisernen Rohren machen: daß der innere Theil des Rohrs in einem Zustande verschiedener Spannung sein muß. Auch sind die Kosten und Schwierigkeiten der Fabrikation sehr groß.

Als die schönste Probe dieser Fabrikation ist das Krupp'sche Gußstahlrohr zu bezeichnen, welches nachher in Woolwich ausgebohrt und mit einem gußeisernen Mantel versehen wurde. Herr Mallet**) giebt an, daß dies Rohr auf 8 Zoll gebohrt und 4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll dick gewesen sei. Wenn man die Widerstandsfähigkeit des geschmiedeten

*) Dies wurde im November 1859 geschrieben. Der Verfasser.
**) Mallets Construction of Artillery, Appendix, p. 235.

Digitized by Google

Gußstahls zu 40 Tonnen auf den Quadratzoll annimmt, so hätte der Widerstand 320 bis 360 Tonnen betragen, welches, wenn die Spannung durchweg gleich gewesen wäre, im Durchmesser 40 bis 45 Tonnen auf den Quadratzoll ausmacht. Dennoch zersprang das Rohr beim ersten Schusse mit 25 Pfd. Pulver und einer 260-pfündigen Kugel.

Herr Mallet führt weiter eine, in den Gospel-Oak-Eisenwerken geschmiedete 8-zöllige Kanone an, die beim ersten Probeschusse am 12. Juli 1855 zu Woolwich in mehre Stücke zersprang. Sie hatte sehr nahe dieselben Dimensionen wie die eingeführten gußeisernen Rohre desselben Kalibers, also am Bodenstücke ungefähr 9 Zoll Metallstärke. Mithin hätte das Material, wenn man annimmt daß es gleichmäßig gespannt gewesen ist und daß die Widerstandsfähigkeit auf den Quadratzoll 20 Tonnen betragen hat, im Durchmesser einen Druck von 360 Tonnen oder 45 Tonnen auf den Quadratzoll aushalten müssen. Das Eisen dieses von einer Probeladung von 28 Pfd. Pulver und zwei 8-zölligen Kugeln zersprengten Rohrs sah sowohl auswendig als im Innern vollkommen gesund und gut aus.

Ferner spricht Herr Mallet von einem Rohre, welches in dem Jahre 1842 oder 1843 an Bord des Princeton, einer Fregatte der Vereinigten Staaten, zersprang. Er theilt den sehr interessanten Bericht der Kommission des Franklin-Instituts über dieses Rohr und über das Material, woraus es gemacht war, mit. Unter anderen wurden Versuche zur Ermittelung seiner Widerstandsfähigkeit angestellt und zwar mit den ursprünglichen Eisenbarren, dann mit Stangen die aus dem Rohre herausgeschnitten wurden, und drittens mit Stangen die man unter dem Hammer aus Stücken des Rohrs umgearbeitet hatte.

Die mittlere Festigkeit des ursprünglichen Eisens war auf den Quadratzoll:

bei der ersten Stange	46086	Pfd.
" " zweiten "	38595	"
" " dritten "	52521	"

Andere Versuche mit diesem Eisen ergaben Folgendes:

1. Die Kraft, bei welcher die aus dem Innern des Rohrs genommenen Proben rissen, wenn sie in der Richtung des Gefüges gezogen wurden, war im Mittel kleiner als	32100	Pfd.
2. Dieselben Proben quer gegen das Gefüge gezogen, gaben	23700	"
3. Proben von der Außenseite des Rohrs, gegen das Gefüge, gaben im Mittel weniger als	45333	"
4. Proben aus dem Innern, glühend gemacht und der Länge des Gefüges nach gezogen, gaben im Mittel	36067	"
5. Das Mittel von allen diesen nicht wieder unter den Hammer gebrachten Proben war	33300	"
6. Die unter dem Hammer umgearbeiteten Proben gaben im Mittel	63475	"

Digitized by Google

Diese Resultate führen zu denselben Schlußfolgerungen als die von der Kommission in Boston angestellten Versuche, insoweit als die beiden Reihen mit einander verglichen werden können.

Es ist die mittlere Festigkeit

1. des Eisens, so wie es in dem Rohre vorhanden war, aus beiden Reihen . . . . . 33586 Pfd.
2. desselben, aber unter dem Hammer umgearbeiteten Eisens, aus beiden Reihen . . . . . 59824 „
3. der ursprünglichen Barren, aus den Versuchen der ersten Reihe . . . . . 46950 „

Es stellt sich folglich, wenn man die ursprüngliche Festigkeit des Eisens = 100 setzt, heraus daß das Eisen des Rohrs im Mittel eine Festigkeit = 72 hatte, was eine Verschlechterung von 28 Procent anzeigt; daß es aber quer gegen das Gefüge, also in der Richtung welche der Druck im Rohre wirklich hat, nur eine Festigkeit = 50 besaß, also eine Verschlechterung von 50 Procent erlitt.

Die Kommission spricht schließlich ihr Gutachten dahin aus, daß man bei dem jetzigen Standpunkte der Kunst (im Jahre 1844) auf den Gebrauch schmiedeeiserner Rohre aus folgenden Gründen verzichten müsse:

1. weil es zu schwierig, wenn nicht unmöglich sei, solche große Massen von Eisen derartig zu schweißen, daß man sicher wäre, ein durch und durch gesundes und gleichmäßiges Material zu bekommen;
2. weil man jedenfalls über etwaige Unvollkommenheiten des Schweißens in Ungewißheit bliebe; und
3. weil es eine Thatsache sei, daß Eisen sehr an Stärke verliert, wenn es lange der intensiven Hitze ausgesetzt bleibt, die bei der Anfertigung der Rohre von solchen Dimensionen nothwendig ist, ohne daß man mit den zur Zeit in diesem Lande (in Amerika) üblichen Hämmern im Stande wäre, das Gefüge wieder herzustellen.

Der Verfasser theilt zwar die in dem letzten Punkte ausgesprochene Ansicht nicht. Er glaubt nicht, daß die lange andauernde Hitze allein das Eisen verdirbt, noch daß man jemals durch Hämmern das Gefüge desselben wieder herstellen könnte. Er hält es aber aus den beiden zuerst genannten Gründen für rathsam, die Anfertigung schmiedeeiserner Rohre von großen Dimensionen aufzugeben.

Allerdings ist der Mersey-Eisen-Gesellschaft durch große Geschicklichkeit und eine vollkommene Kenntniß der Sache das Schmieden des ausgezeichneten Rohrs gelungen, welches sie mit einer, der Größe ihres Unternehmens gleichenden Freigebigkeit der Nation dargebracht hat. Aber soviel der Verfasser weiß, ist dies Rohr bis jetzt nur ein Versuch; es ist ihm sogar bestätigt, daß es inwendig schon die Anfänge entstehender Risse erkennen lasse.

Digitized by Google

Herr Mallet sagt, indem er von schmiedeeisernen Rohren spricht*): „Die Thatsachen (die er vorher nachgewiesen hat) sind der Beachtung werth, denn sie zeigen daß man sich hinsichtlich der Haltbarkeit der in einer großen Masse geschmiedeten Geschützrohre immer in Unsicherheit befindet, selbst wenn die Rohre ohne Rücksicht auf den Kostenpunkt und von Gesellschaften gearbeitet sind, die nach einem vollkommenen Erfolge auf das eifrigste strebten. Einige der vorgekommenen Mängel wären bei größerer Erfahrung und richtigerer Beurtheilung vielleicht vermieden; der wichtigste Uebelstand liegt aber in der Sache selbst und ist von jedem Massenschmieden und zahlreichen Schweißungen unzertrennlich."

Auf der andern Seite möchte zu erwähnen sein, daß Herr Clay von den Mersey-Eisenwerken entgegengesetzter Meinung ist. Er bemerkt sehr richtig, „daß man sich über die verschiedenen Fehler die bei der Anfertigung schmiedeeiserner Geschützrohre gemacht sind, nicht wundern dürfe, da die Erwartung daß ein neuer Fabrikationszweig sofort gelinge, unverständig sei."**)

Herr Clay giebt in derselben Schrift Nachricht von den Versuchen zur Ermittelung der Festigkeit, welche das zu dem Monsterrohre verwandte Eisen vor und nach seiner Bearbeitung hatte. Die Resultate waren:

Nr. des Versuchs.	Art des Eisens.	Zerreißende Kraft in Pfd. auf 1 □-Zoll	im Mittel
1.	Das ursprüngliche Eisen, aus welchem das Rohr gemacht wurde	48384	49504
2.	Desgleichen	50624	
3.	Gegen das Korn vom Kopfe des Rohrs geschnitten	41644	43390
4.	Desgleichen	43904	
5.	Desgleichen	50624	
6.	Mit dem Korn vom Kopfe des Rohrs geschnitten	48384	50624
7.	Desgleichen	50624	
8.	Desgleichen	52864	
9.	Bohrspäne des Rohrs mit Steinkohle ungearbeitet	60584	61704
10.	Desgleichen	62824	
11.	Bohrspäne des Rohrs mit Holzkohle ungearbeitet	76584	76584
12.	Schwedisches Eisen, so wie es eingeführt wird, $^3/_4$ Zoll Quadrat stark	60584	60584

Vergleicht man die Mittelzahl aus den ersten beiden Versuchen mit der aus den drei folgenden, so findet man einen Stärke-Verlust

*) Mallet's „Construction of Artillery," p. 239.
**) Man sehe Orr's „Circle of the Industrial Arts," p. 331.

Digitized by Google

von ungefähr 13 Procent, während der Vergleich mit dem 6., 7. u. 8. Versuche einen Gewinn von 2 Procent ergiebt. Jedoch sind diese Versuche nicht so entscheidend als die vorhin angegebenen, weil das geprüfte Eisen von dem Kopfe und nicht inwendig aus dem Bodenstücke des Rohrs genommen wurde, wo das Metall am dichsten und deshalb am schlechtesten ist.

Der Verfasser ist, um das Wesentliche kurz zu wiederholen, nun wohl berechtigt, die Anfertigung großer aus Stabeisen geschmiedeter Geschützrohre als eine sehr schwierige, theuere und unsichere Sache zu bezeichnen, die stets unsicher bleiben wird, wenn es auch gelänge die Schwierigkeiten und Kosten zu verringern. Ueberdies würde im besten Falle das Gußeisen nur durch ein Material von größerer Festigkeit ersetzt, der einer gleichartigen Masse eigenthümliche Fehler: die von innen nach außen verschiedene Wirkung der Explosion aber bleiben. Dieselben Bemerkungen gelten für große Rohre von geschmiedetem Gußstahl in noch höherem Grade.

Der Verfasser hat das Princip, welches die Grundlage einer tüchtigen und zweckmäßigen Konstruktion zu sein scheint, bereits angedeutet. Es besteht in der Darstellung des Rohrs aus verschiedenen Schichten, die mit einer von dem Centrum nach dem Umfange zunehmenden Spannung angelegt werden.

Er nimmt das Verdienst, diese Konstruktion erdacht zu haben, nicht ausschließlich für sich in Anspruch. Die Herren Mallet und Capitain Blakely, und vielleicht noch andere, scheinen denselben Gedanken gehabt zu haben. Sir William Armstrong sagte dem Verfasser, als dieser im Jahre 1855 mit ihm über die Sache und über die Art, wie er sie durch Anwendung von Draht auszuführen beabsichtigte, sprach, daß Herr Brunel den Gedanken auch gehabt und ihm anheim gegeben habe danach ein Geschützrohr anzufertigen, daß er aber die Sache habe fallen lassen, da er wußte daß der Verfasser schon mit ihr beschäftigt war.

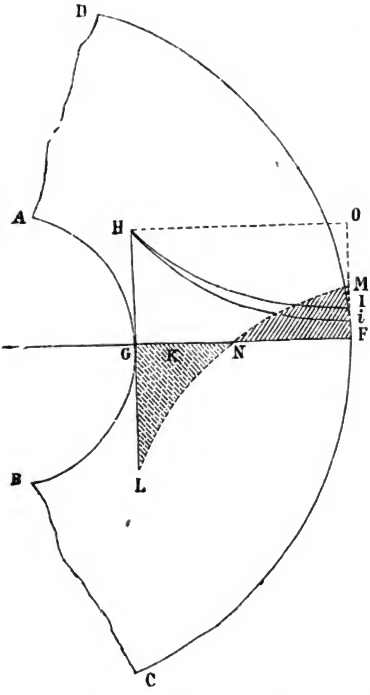
Dieser will also von der, überhaupt unwichtigen und immer unerquicklichen Frage nach der Priorität der Erfindung absehen und den Gang seines eigenen Verfahrens beschreiben, welchen er in gänzlicher Unwissenheit dessen was irgend ein Anderer that oder gethan hatte, begann.

Er vermuthete gleich anfangs, daß die Anwendung von Reifen, welche durch Einlaufen angelegt oder aufgezwängt würden, große praktische Schwierigkeiten habe. Seitdem ist die Sache von Dr. Hart und neuerdings auf des Verfassers Bitte von Herrn C. H. Brooks mathematisch untersucht, deren Resultate in wenig Worten angegeben werden sollen.

Zunächst spricht gegen die Anwendung von Reifen der Mangel an Kontinuität. Die eigentliche Forderung ist, daß jede Schicht des Rohrs vor der Explosion einen bestimmten Grad der Spannung oder Zusammendrückung habe. A B C D (Fig. 2) stelle einen Theil des

Digitized by Google

Fig 2.



Durchschnitts eines 8-zölligen Geschütz-Rohrs dar, von welchem ABG der innere und DFC der äußere Umfang sei; der Grad der Spannung, welche die Partikeln zwischen G und F besitzen, werde durch Ordinaten angedeutet, die in diesen Punkten errichtet, über GF eine Spannung und unter GF eine Zusammendrückung bezeichnen.

Besteht nun das Rohr aus einer gleichförmigen Masse, z. B. aus Gußeisen, so wird der Grad der Spannung im Augenblicke wo die Explosion erfolgt, und wenn das Rohr im Begriff ist zu zerspringen, durch eine Curve HJ oder Hi dargestellt, von denen die erste nach Professors Hart, die letzte nach Professors Barlow Formel berechnet ist. Nimmt man nämlich die Festigkeit des Materials zu 12 Tonnen auf den Quadratzoll und die Metallstärke zu $6\frac{1}{2}$ Zoll an, so ist die Spannung, die in G = GH oder = 12 Tonnen ist, in F = FJ = 3 Tonnen oder = Fi = $1\frac{3}{4}$ Tonnen, je nach der einen oder anderen Formel. Die Flächenräume dieser Curven geben die ganze Festigkeit des Rohrs auf der Grenze des Zerspringens an; sie betragen 36,72, bez. 30,871 Tonnen, statt 78 Tonnen, welches die Festigkeit bei einer gleichmäßigen Spannung von 12 Tonnen auf den Quadratzoll sein würde.

Digitized by Google

Die Sache welche man bei der fraglichen Konstruktionsart zu erreichen suchen muß, ist nun die, daß nach der Explosion ein jeder Theil, z. B. K ebenso stark wie G gespannt ist; damit dies eintritt, müssen die Spannungsverhältnisse anfänglich so sein, wie die Curve LNM sie darstellt: die Theile zwischen G und N müssen zusammengedrückt und die zwischen N und F in Spannung sein.

Nun erkennt man aber, daß dies durch Anwendung von Reifen unmöglich erreicht werden kann, da jeder Reif wieder ein Cylinder von gleichartiger Masse ist, also durch seine Dicke hindurch dem in der Curve HJ dargestellten Gesetze gleichfalls unterliegt.

In den Figuren 3, 4 und 5 sind Reifen gezeichnet, die so be-

Fig. 3.

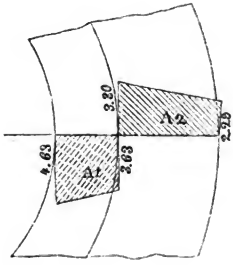


Fig. 4.

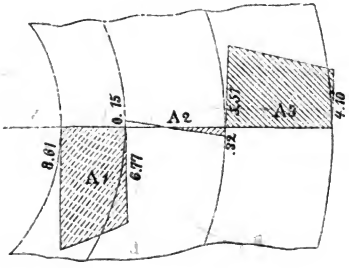
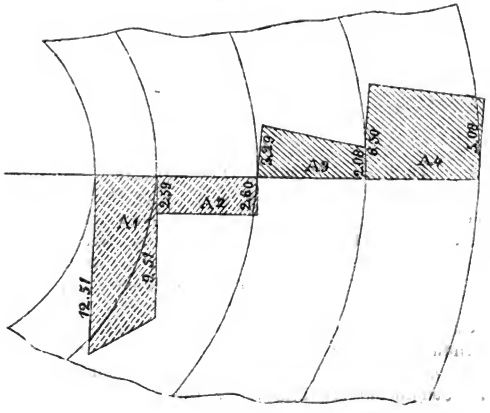


Fig. 5.

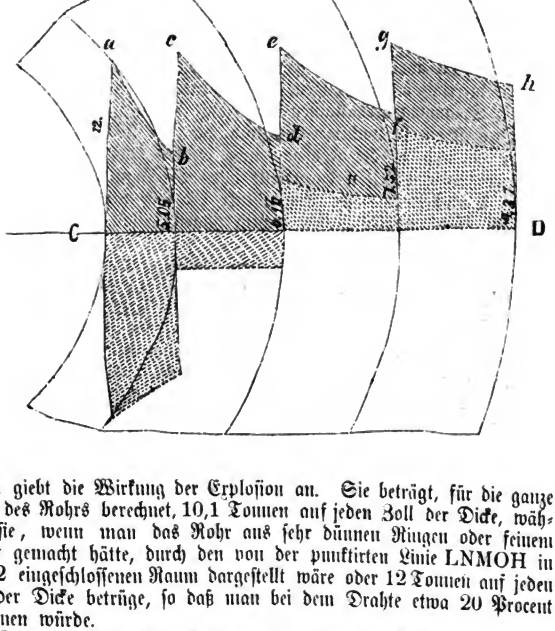


Digitized by Google

ſchaffen ſind, daß bei der Exploſion alle an ihrem innern Umfange dieſelbe Spannung erhalten; in Fig. 3 ſind zwei Reifen, in Fig. 4 drei und in Fig. 5 vier Reifen mit einander verbunden. Die Zahlen geben die Spannungen in Tonnen per Quadratzoll an. Man ſieht, daß ſtatt der Curve LNM (Fig. 2) eine Reihe plötzlicher Uebergänge eintritt. Bei den 4 Reifen ſind die beiden inneren zuſammengedrückt, die beiden äußeren in Spannung.

Der Zuſtand der höchſten Spannung im Augenblicke der Exploſion iſt in Fig. 6 dargeſtellt. Der Raum zwiſchen den punktirten und vollen

Fig. 6.



Linien giebt die Wirkung der Exploſion an. Sie beträgt, für die ganze Dicke des Rohrs berechnet, 10,1 Tonnen auf jeden Zoll der Dicke, während ſie, wenn man das Rohr aus ſehr dünnen Ringen oder feinem Draht gemacht hätte, durch den von der punktirten Linie LNMOH in Fig. 2 eingeſchloſſenen Raum dargeſtellt wäre oder 12 Tonnen auf jeden Zoll der Dicke betrüge, ſo daß man bei dem Drahte etwa 20 Procent gewinnen würde.

Dies gilt unter der Vorausſetzung daß die Reifen vollkommen richtig gearbeitet ſind, was in der Praxis nicht zu erreichen iſt. Um

Digitized by Google

einen Begriff von der nöthigen Genauigkeit zu geben, sind die Halbmesser der in obiger Figur gezeichneten Reifen nachfolgend zusammengestellt.

Nummer der Reifen.	Innerer Halbmesser	Aeußerer Halbmesser.	Dicke.	Differenz.
1	4,0000	5,3222	1,3222	$R_1 - Q_2 = 0{,}0031$
2	5,3191	7,2928	1,9737	$R_2 - Q_3 = 0{,}0035$
3	7,2893	9,4633	2,1740	$R_3 - Q_4 = 0{,}0035$
4	9,4598	1,8247	2,3649	

Sonach muß man, um anfangs die richtigen Spannungs-Verhältnisse hervorzubringen, den äußeren Halbmesser des ersten Reifen um $^{31}/_{10000}$ oder etwa $^{1}/_{300}$ Zoll größer machen als den inneren des zweiten, und die äußeren Halbmesser des zweiten und dritten um $^{35}/_{10000}$ Zoll größer als die inneren Halbmesser der anliegenden Reifen. Offenbar muß also, da die ganze Wirkung von einem so kleinen Maße als ungefähr $^{1}/_{300}$ Zoll abhängt, der geringste Fehler in der Bearbeitung das Resultat merklich beeinträchtigen und bedeutende Abweichungen von den richtigen Spannungsverhältnissen zur Folge haben.

Dies ist ein so wichtiger Umstand, daß der Verfasser in den beiden Figuren 7 und 8 die Folgen eines Fehlers von $^{1}/_{500}$ Zoll in der Weite des äußeren Reifen dargestellt hat. Die Figuren zeigen die Reifen vor der Explosion und im Augenblicke der äußersten Anspannung und zwar Fig. 7 wenn alle Reifen richtig angelegt sind, und Fig. 8 wenn der äußere um $^{1}/_{500}$ Zoll zu klein gemacht wurde.

Das Resultat ist, daß vor der Explosion die größte Zusammendrückung des inneren Reifen von 10,086 auf 11,244 Tonnen und die größte Spannung des äußeren von 5,778 auf 7,823 Tonnen per Quadratzoll vergrößert ist, daß hingegen während der Explosion die Spannung des inneren Reifen nur 2,268, diejenige des äußeren aber 12 Tonnen erreicht, was als die Grenze seiner Widerstandsfähigkeit angenommen wurde. Die ganze Festigkeit des Rohrs ist somit von 10,5 auf 6,0 Tonnen durchschnittlich auf jeden Zoll der Dicke, oder ungefähr um 40 Procent verringert, durch einen Fehler von nur $^{1}/_{500}$ Zoll bei einem Reifen von etwa 17 Zoll Durchmesser.

Die Anwendung von Reifen hat daher praktische Schwierigkeiten, die beim Drahte ganz vermieden werden, indem dieser genau mit der durch die Theorie ermittelten Spannung angelegt werden kann.

Der Verfasser gebrauchte hierzu das Verfahren, daß er den Draht um eine Trommel wand, die mit ihrer Achse parallel zur Achse der Drehbank, auf welcher das Rohr lag, aufgestellt war. Auf der Achse dieser Trommel befand sich noch eine andere Trommel und auf letztere wirkte ein, dem Prony'schen Dynamometer ähnliches Bremswerk, welches so justirt wurde, daß jede Umwickelung ihre richtige Spannung erhielt.

Digitized by Google

Fig. 7.

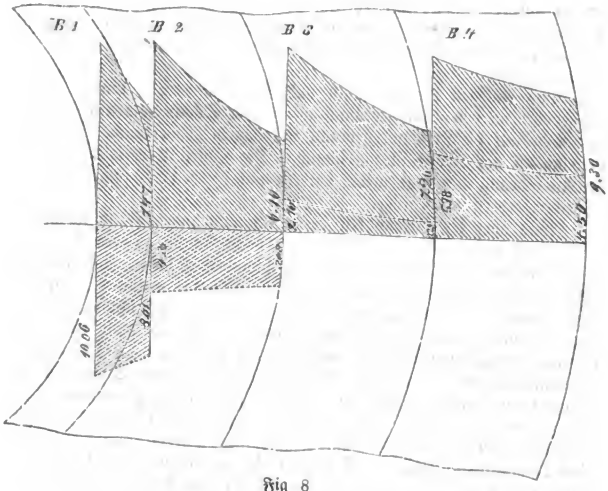
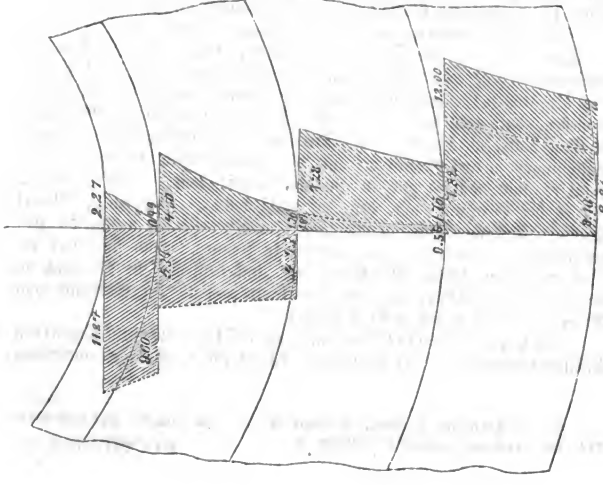


Fig 8



Digitized by Google

Die ganze Vorrichtung war außerordentlich einfach und der Draht wurde mit großer Regelmäßigkeit aufgewunden. Die Einrichtung des Apparats ließ es offenbar zu, daß letzteres ebenso leicht und regelmäßig von Statten ging, als Fäden auf die Spulen gewickelt werden, während zugleich die größte Genauigkeit hinsichtlich der anzuwendenden Spannung erreicht wurde.

Das Anlegen der Reifen ist nicht so leicht. Sie müssen genau ausgebohrt werden, und jedesmal wenn eine Schicht angelegt ist, muß das Rohr auf die Drehbank gebracht und abgedreht werden. Die größte Genauigkeit der Arbeit ist unerläßlich. Die Kosten werden deßhalb, da die Ausführung nicht nur mehr, sondern auch viel feinere, folglich theuere Arbeit erfordert, weit größer.

Was aber die Genauigkeit der Spannung anbetrifft, so möchte sie bei den Reifen nach des Verfassers Ansicht kaum zu erreichen sein. Denn auf das Verfahren, die Reifen einschwinden zu lassen, wird man sich nicht verlassen dürfen. Es ist nicht bloß schwierig, genau die erforderliche Temperatur zu bekommen, sondern es werden auch schwerlich irgend zwei Eisenstücke ganz gleichmäßig einlaufen; während doch eine vollkommene Genauigkeit offenbar nöthig ist, da eine nur $^1/_{500}$ Zoll zu große Zusammenziehung beträchtliche Veränderungen in der Spannung zur Folge haben würde. Man hat deshalb den Vorschlag gemacht, den jetzt, so viel der Verfasser weiß, nur der Capitain Blakely vertritt: die Reifen auf das etwas konisch zu formende Rohr durch hydrostatischen Druck aufzuzwängen*). Dem tritt aber wieder die praktische Schwierigkeit entgegen, daß die äußerste Genauigkeit der Arbeit verlangt wird, welche die allergeschicktesten Arbeiter und die schärfste Aufsicht nöthig macht.

Ein anderer Mangel den die Reifen immer haben werden, ist daß die ununterbrochene Verbindung der Materie fehlt. Der Verfasser ist überzeugt daß sie, wie vollkommen sie auch anfangs gearbeitet sein mögen, bei großen Geschützrohren durch die Erschütterung des wiederholten Schießens bald losgeschüttelt werden. Jeder der mit schweren Maschinen zu thun hatte, welche wie z. B. Streckwerke oder Eisenhammer heftigen Rüttelungen ausgesetzt sind, kennt die Unmöglichkeit, Eisen in Eisen, wenn es auch noch so gut in einander gepaßt war, zu befestigen, so daß es der Gebrauch mit der Zeit nicht lockert. Das einzige Mittel ist, die Eisenstücke durch Zwischenlagen elastischer Stoffe, welche die Erschütterungen aufnehmen, von einander zu trennen. Nun sind aber die Erschütterungen solcher Maschinen nur unbedeutend im Vergleich zu denen großer Geschützrohre, und es kann deshalb der Gebrauch von Reifen bei letzteren sich nicht bewähren.

Der Capitain Blakely legte im Jahre 1854 diese Konstruktionsart den Artilleriebehörden vor, ließ sie sich aber, da er bei diesen wenig Ermunterung

*) Im Laufe der Verhandlung zeigte es sich, daß dies die jetzt von Herrn Whitworth angenommene Methode ist.
Der Verfasser.

Digitized by Google

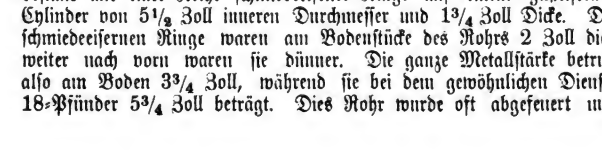
fand, 1855 patentiren. Das unter dem 14. August 1855 ausgefertigte, vom 27. Februar 1855 datirte Patent enthält in der Bezeichnung des Gegenstandes folgenden Satz: „Ich nehme bei der Anfertigung der Geschützrohre die Anwendung glühend gemachter Reifen oder Ringe, die man auf einer inneren cylindrischen Röhre einlaufen läßt, nicht als meine Erfindung in Anspruch, es sei denn daß der innere Durchmesser der Reifen oder Ringe vor dem Glühen so viel kleiner als der äußere Durchmesser der inneren Röhre gemacht wäre, daß nach dem Erkalten der von den Ringen oder Reifen gebildete Mantel sich in einem Zustande der Spannung befände, ähnlich dem welcher entsteht wenn die Ringe oder Reifen, wie vorhin beschrieben ist, auf eine konische Oberfläche aufgezwängt werden, während die innere Röhre in jenem wie in diesem Falle zusammengedrückt würde."

Dieser Satz zeigt, daß der Capitain Blakely die Vortheile desjenigen Konstruktionsprinzips, welches der Gegenstand dieser Abhandlung ist, deutlich erkannte, wenngleich er sie auf einem andern Wege praktisch zu verwerthen suchte. Auch muß billigerweise erwähnt werden, daß er, während er hauptsächlich Reifen oder Ringe zu verwenden beabsichtigte, auch an Spiralen oder Stangen von Eisen oder Draht dachte; denn an einer anderen Stelle seiner Beschreibung verweist er deutlich an eine äußere Bekleidung von Draht oder Stangen, die in einer oder mehren Schichten spiralförmig gewunden zur Verstärkung alter Rohre dienen sollten.

In einem interessanten Vortrage, welchen der Capitain Blakely am 21. Januar 1859 in der United Service Institution hielt, theilte er seine Versuche und seine Bemühung, die Aufmerksamkeit der zuständigen Behörden auf dies Konstruktionsprinzip zu lenken, mit. Diese Vorlesung enthielt viele sehr interessante Thatsachen und die Betrachtungen des Capitains Blakely über dieselben; hier möge aber nur dasjenige was letzterer wirklich ausgeführt hatte, hervorgehoben werden.

Das erste Rohr des Capitains Blakely, ein 18-Pfünder (Fig. 9),

Fig. 9.



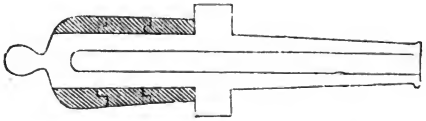
bestand aus einer Reihe schmiedeeisener Ringe auf einem gußeisernen Cylinder von $5\frac{1}{8}$ Zoll inneren Durchmesser und $1\frac{3}{4}$ Zoll Dicke. Die schmiedeeisernen Ringe waren am Bodenstücke des Rohrs 2 Zoll dick, weiter nach vorn waren sie dünner. Die ganze Metallstärke betrug also am Boden $3\frac{3}{4}$ Zoll, während sie bei dem gewöhnlichen Dienst-18-Pfünder $5\frac{3}{4}$ Zoll beträgt. Dies Rohr wurde oft abgefeuert und

Digitized by Google

hielt gut. Es wurde dann auf das 24-pfündige Kaliber ausgebohrt, dabei aber nicht richtig gebohrt, so daß das Gußeisen auf einer Seite nur $^1/_2$ Zoll dick blieb. In diesem Zustande ertrug das Rohr ohne beschädigt zu werden, ein mehre Stunden lang fortgesetztes Schießen mit verschiedenen Ladungen von einer Kugel und 4 Pfd. Pulver bis zu einer Kugel, 2 Vorschlägen und 8 Pfd. Pulver. Beim dritten Schusse mit dieser letzten Ladung zersprang es. Es hatte nun die Ladung eine Dicke von nur $2^1/_2$ Zoll, während hier der Dienst-24-Pfünder 6 Zoll dick ist.

Danach ließ der Capitain Blakely ein 9-Pfünder-Rohr von den Schildzapfen bis zum Boden abdrehen und an diesem Theile mit schmiedeeisernen Ringen von solcher Dicke versehen, daß sie das weggenommene Metall ersetzten. (Fig. 10.) Aus diesem und aus einem

Fig. 10.



gußeisernen Dienst-Rohre desselben Kalibers und Gewichts wurde Schuß um Schuß geschossen. Folgende Tabelle zeigt die Resultate:

Zahl der aus Blakelys Rohre geschossenen Kugeln.	Pulverladung. Pfd.	Zahl der Kugeln	Zahl der Schüsse aus Blakelys Rohre	Zahl der Schüsse aus dem Dienstrohre	Zahl der aus dem Dienstrohre geschossenen Kugeln.
4	8	2	2	2	4
86	3	1	86	86	86
26	4	1	26	26	26
5	5	1	5	5	5
10	5	2	5	5	10
636	6	2	318	110	220
3	6	3	1	zersprang	
4	6	4	1		
5	6	5	1		
6	6	6	1		
7	6	7	1		
8	6	8	1		
9	6	9	1		
1580	6	10	158		
2389			607	234	351

Digitized by Google

Blakely's Rohr hat also 607, das Dienst-Rohr 234 Schüsse ausgehalten; die Zahlen der verschossenen Kugeln, 2389 und 351, verhalten sich ungefähr wie 7 : 1.

Die späteren Versuche des Capitains Blakely sind in seiner Vorlesung beschrieben; hier ist genug gesagt um die ausführliche Weise, wie er die Richtigkeit des Prinzips praktisch darzuthun suchte, zu zeigen. Indeß gelang es ihm nicht, die dienstlichen Behörden zu überzeugen, wie aus einer Flugschrift, die er 1859 veröffentlichte, gefolgert werden kann. Nachdem ein Mathematiker, Herr Heather, über seine Berechnungen berichtet hatte, erklärte die Artillerie-Prüfungs-Kommission in einem Schreiben, woraus nachstehender Satz entnommen ist, daß das System für Geschützrohre unanwendbar sei:

„Ich bin von Herrn Monsell beauftragt, Sie in Kenntniß zu setzen, daß die Kommission in Erwägung der verschiedenen Spannkräfte des Stab- und Guß-Eisens der Meinung ist, daß so konstruirte Geschützrohre nie für sicher zu halten wären, da sie jeden Augenblick springen können und ihre Splitter (wie neulich die Versuche gezeigt haben) sehr gefährlich sein würden; daß deshalb die Kommission weitere Versuche mit Rohren dieser Art nicht empfiehlt."

Trotz der so ausgedrückten Meinung der Kommission muß zugegeben werden, daß der Capitain Blakely große Anerkennung für den Geist und die Beharrlichkeit verdient, womit er mit eigenen großen Kosten versucht hat, eine entschiedene Verbesserung in den Dienstzweig welchem er angehört, einzuführen.

Der Verfasser war indessen bei völliger Unkenntniß desjenigen was Andere gethan hatten oder thaten, zu dem Schlusse gelangt, daß die Anwendung von Draht die meiste Wahrscheinlichkeit des Erfolgs bot, und ausschließlich dieser Konstruktion wandte er seine Aufmerksamkeit zu. Der Punkt, welcher zuerst festgestellt werden mußte, war die jeder Umwickelung anfangs zu ertheilende Spannung.

Die vom Verfasser angenommene Formel gründet sich auf die Untersuchungen des Professors Barlow, auf welche oben hingewiesen wurde; sie ist:

$$t = T \cdot \frac{x^2 - r^2}{x^2} \quad (1)$$

Seit Herrn Mallet's Buch erschien, ist der Verfasser mit der Arbeit des Professors Hart bekannt geworden, welcher die in demselben angegebene Formel

$$t = T \cdot R \frac{x^2 - ry}{x\,(r+y)}$$

erhielt, für die bei dünnem Drahte nahezu

$$t = \frac{T \cdot R}{x} \cdot \frac{x - r}{x + r}$$

gesetzt werden kann.

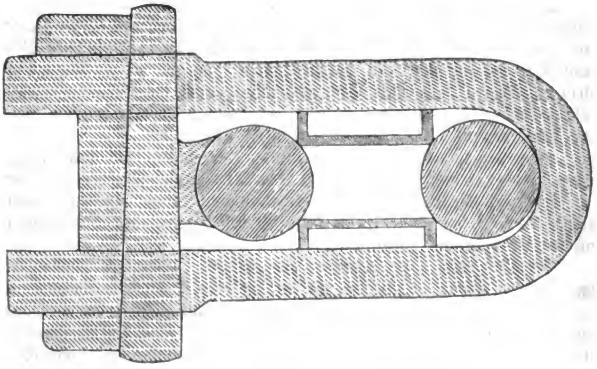
Dies sind jedoch allgemeine Formeln, die nach den Umständen des einzelnen Falls näherer Bestimmungen bedürfen, ehe sie praktisch

Digitized by Google

benutzt werden können. Ohne auf eine Auseinanderſetzung derſelben einzugehen, ſchreitet der Verfaſſer zu der Beſchreibung ſeiner eigenen Verſuche mit Cylindern, die nach Formel 1 bereitet waren. Sie wurden folgendermaßen ausgeführt:

Mehre Cylinder von Bronze waren genau auf dieſelben Dimenſionen: $^3/_{32}$ Zoll Dicke, 1 Zoll inneren und $1^3/_{16}$ Zoll äußeren Durchmeſſer ausgebohrt und abgedreht, und hatten an jedem Ende einen $^1/_4$ Zoll breiten und $^1/_8$ Zoll dicken Rand. Ihre Enden waren zu

Fig. 11.



einem Lager für zwei Kugeln von Geſchützmetall ausgeweitet, welche dicht ſchließend eingepaßt waren. Jeder Cylinder faßte, wenn die Kugeln in ihr Lager eingelegt waren, 300 Gräns vom beſten Jagdpulver, welche Pulverſorte allein bei dieſer Verſuchsreihe gebraucht wurde. Nachdem der Cylinder mit dem Pulver geladen und mit den Kugeln geſchloſſen war, wurde um das Ganze ein ſehr ſtarkes ſchmiedeeiſernes Band gelegt, welches mit einem Querarme und einem Keile verſehen war. Der Keil wurde feſt eingetrieben und das Pulver durch ein kleines, in der Seite eines der Kugellager gelaſſenes Zündloch entzündet.

Zuerſt wurde die Wirkung des Pulvers gegen die mit Draht noch nicht umwundenen Cylinder ermittelt. Es wurde mit 50 Gräns Pulverladung begonnen, und letztere geſteigert bis der Cylinder zerſprang. Danach wurden Cylinder die mit Eiſendraht in verſchiedener Dicke umwunden waren, auf ähnliche Weiſe probirt. Die Reſultate ſind in folgender Tabelle angegeben:

Digitized by Google

Nr. des Versuchs.	Nr. des Cylinders	Beschaffenheit des Cylinders.	Pulverladung in Gräns	Wirkung.
1	1	ohne Draht	50	wenig ausgebaucht.
2	"	desgl.	60	etwas mehr ausgebaucht.
3	"	desgl.	70	ausgebaucht bis zum äußern Durchmesser von $1^{5}/_{16}$.
4	"	desgl.	80	desgl. bis zum äußeren Durchmesser von $1^{7}/_{16}$.
5	"	desgl.	90	zersprang.
6	2	2 Umwindungen von $^{1}/_{64}$ Zoll dicken Draht.	90	keine Wirkung.
7	"	desgl. das eine Ende lose	100	am losen Ende ausgebaucht.
8	3	ohne Draht.	70	ausgebaucht auf $1^{11}/_{32}$.
9	4	6 Umwindungen von $^{1}/_{64}$ Draht.	100	keine Wirkung.
10	"	desgl.	110	desgl.
11	"	desgl.	120	desgl., ein Drahtende ging los.
12	"	1 Umwindung von $^{1}/_{32}$ Draht.	100	zersprang, das Ende des Drahts war schlecht befestigt. Der Draht nicht beschädigt.
13	5	2 Umwindungen von $^{1}/_{32}$ Draht.	100	keine Wirkung.
14	"	desgl.	120	desgl.
15	"	desgl.	130	desgl.
16	6	4 Umwindungen von $^{1}/_{32}$ Draht.	120	desgl.
17	"	desgl.	130	desgl.
18	"	desgl.	140	desgl.
19	"	desgl.	150	desgl.
20	"	desgl.	160	desgl.
21	"	desgl.	170	desgl.
22	"	desgl.	180	desgl.
23	"	desgl.	200	desgl.

Die Festigkeit des bei diesen Versuchen gebrauchten Drahtes widerstand, wie die Prüfung ergab:

bei dem $^{1}/_{64}$" dicken 23 Pfd. oder 120000 Pfd. auf den Q.-Zoll.

" " $^{1}/_{32}$" " 70 " " 92000 " " " "

Nimmt man nun an, daß die Expansivkraft des Pulvers im umgekehrten Verhältnisse seines Volums steht, so kann seine äußerste Gewalt aus dem letzten Versuche, bei welchem das Pulver den Cylinder

Digitized by Google

nicht zu sprengen vermochte, angenähert hergeleitet werden. Hierbei betrug die Festigkeit des Cylinders, unter der Annahme daß die Wirkung der Explosion durchgehends dieselbe war, auf jeden Längenzoll höchstens

bei dem Draht . . . . . 17920 Pfd.
bei der Bronze . . . . . 3136 "

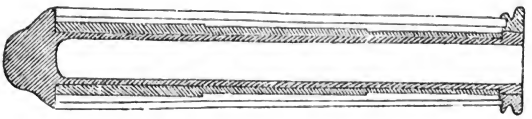
zusammen . . . . . 21056 Pfd. = 9,4 Tonnen,

oder da der innere Durchmesser gerade 1 Zoll war, 9,4 Tonnen auf den Quadratzoll. Dem obigen Gesetze nach würde also der größte Druck bei ganz gefülltem Cylinder $9{,}4 \cdot \frac{300}{200}$ oder 14 Tonnen auf den Quadratzoll nicht überschreiten können.

Die ungeheuere Gewalt welche diese Cylinder ertragen mußten, wurde durch die Wirkung auf die Kugeln augenscheinlich, die wo sie den Cylinder berührten von den Gasen mehr oder weniger abgeschnitten waren.

Diese am 17. Mai 1855 ausgeführten Versuche waren so befriedigend ausgefallen, daß der Verfasser zu einem größeren mit einem Bronze-Cylinder schritt, der ungefähr dieselben inneren Abmessungen wie eine 3-pfündige Gebirgskanone hatte, nämlich 3 Zoll Durchmesser und ungefähr 36 Zoll Länge. Die Zeichnung dieses Cylinders ist leider verloren gegangen, er ist aber angenähert in Fig. 12 dargestellt.

Fig. 12.



Die Bronze war $^1/_4$ Zoll dick. Am Bodenstücke war sie mit 6 Windungen von Stahldraht bedeckt, der von quadratischem Durchschnitt und vom Drahtmaß Nr. 16, d. h. $^1/_{16}$ Zoll dick war. Diese Umwickelung erstreckte sich etwa 15 Zoll weit und wurde dann dünner, so daß sie am Mundstück nur aus 2 Umwindungen bestand. Folglich war die Dicke des Cylinders

am Boden $^1/_4$ Zoll Bronze + $^3/_8$ Zoll Eisen = $^5/_8$ Zoll
an der Mündung $^1/_4$ " " + $^1/_8$ " " = $^3/_8$ "

wogegen die Metallstärke der 3-pfündigen Kanone

am Boden 2,37 Zoll
an der Mündung 0,75 "

beträgt.

Man sieht daß dieser Cylinder nicht wie ein Geschützrohr eingerichtet war, da er keine Schildzapfen hatte. Er wurde mit Holz bekleidet und der dicke vorn aufgeschrobene Stahlring hatte nur den Zweck,

Digitized by Google

das Ende der Holzbekleidung zu bedecken. Letzterer hatte mit dem Wesen der Sache Nichts zu thun, sondern sollte nur dazu dienen die Konstruktion der allgemeinen Wahrnehmung zu entziehen.

Dieser Cylinder wurde durch mehre Ladungen von ½ Pfd. Pulver und 1 Kugel bis 1½ Pfd. Pulver und 2 Kugeln probirt, wobei er einfach mit einiger Elevation auf die Erde gelegt und zur Verhinderung des Rücklaufs mit dem Bodenstücke gegen eine feste Mauer gestützt wurde. Er ertrug diese Proben ohne Nachtheil. Nun richtete der Verfasser am 19. Juni 1855 ein Schreiben an den damaligen Kriegs-Secretär Lord Panmure, worin er die Versuche mit ihren Resultaten beschrieb und die Erfindung dem Staate anbot. Wie es damals Gebrauch war, wurde er an die Prüfungs-Kommission verwiesen, mit der er am 5. Juli 1855 eine Zusammenkunft hatte, in welcher er seine Ansichten erörterte und sowohl die kleinen, wie den zuletzt beschriebenen größeren Cylinder vorzeigte, den er mit der Bitte zurückließ, daß Versuche mit ihm angestellt werden möchten, und zwar zuerst mit der Ladung der 3-pfündigen Kanone und dann durch allmälige Vergrößerung der Ladung, bis er zerspränge.

Er blieb, in der Hoffnung bei diesen Versuchen gegenwärtig zu sein, eine Zeitlang in London; aber andere Geschäfte riefen ihn ab und erst am 28. Juli 1855 wurde der Versuch ausgeführt. Unglücklicherweise traf es sich, daß der Verfasser dabei nicht gegenwärtig sein konnte. Das erste was ihm officiell über die Sache zuging, war ein vom 17. September datirtes Schreiben der Artillerie-Behörde, welches eine Abschrift des folgendermaßen lautenden Berichts der Prüfungs-Kommission enthielt:

„Am 28. Juli wurde ein Versuch mit dem Rohre des Herrn Longridge ausgeführt. Dasselbe war mittelst eiserner Bügel in einem Eichenblocke befestigt, der auf einer hölzernen Bettung zurückgleiten konnte. Es geschahen 2 Schüsse. Nach dem ersten Schusse mit 1 Pfd. Pulver, einer Kugel auf einem hölzernen Spiegel und einem Vorschlage vor der Kugel betrug der Rücklauf 7 Fuß; das Rohr war in seinem Lager auf dem Blocke etwas ausgewichen und am Bodenstücke war eine unbedeutende Ausdehnung des Drahts eingetreten.

„Bei dem zweiten Schusse mit 2 Pfd. Pulver, einer Kugel und einem Vorschlage zersprang das Rohr etwa 2 Zoll vor den höchsten Friesen; der Boden wurde von dem vorderen Theile des Rohrs völlig getrennt und 90 Yards gerade zurück geschleudert. 3 bis 4 Fuß Draht waren losgewickelt. Der Bronze-Cylinder zerriß auf eine eigenthümliche Art, indem seine Enden nach außen und oben umgedreht waren. Auch auf der Mitte des Rohrs hatte er sich etwas geöffnet, hier war aber der Draht nicht gewichen.

„Die gewöhnliche Probeladung für ein Geschützrohr dieses Kalibers würde 1¼ Pfd. Pulver, eine Kugel und ein Vorschlag sein.

„Um noch genauer zu untersuchen, in welchem Maße der Draht zu der Festigkeit des Cylinders beiträgt, wurde das zersprengte Rohr

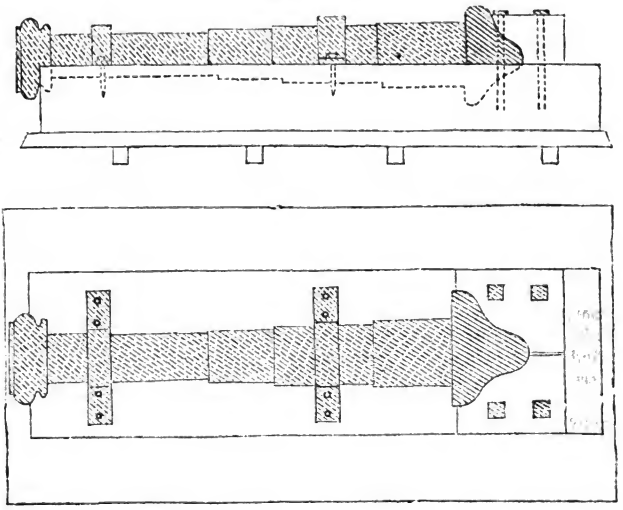
Digitized by Google

in der Mitte in zwei Theile gesägt und das eine Ende jedes Theils mit einem Bronze-Zapfen verschlossen, welcher durch eiserne Bänder und mehre Drahtumwickelungen gehalten wurde. Diese Cylinder wurden dann wie vorhin in hölzerne Schleifen gelegt, dem Scheibenberge gegenüber aufgestellt und der von dem hintern Ende des Rohrs gemachte Cylinder mit $^1/_2$ Pfd. Pulver und einer Kugel geladen. Er zersprang bei diesem Schusse, der Boden wurde herausgeschleudert und der Draht in beträchtlicher Länge losgewickelt.

„Danach wurde das vordere Stück ebenso geladen. Der Schuß zersprengte es aber nicht; es wurde nur heftig erschüttert und Theile der eisernen Bänder wichen aus. Bei dem folgenden Schusse mit 1 Pfd. Pulver und einer Kugel zersprang es, der Boden wurde ganz abgerissen und die hölzerne Unterlage in mehre Stücke zerspalten."

Vor dem Empfange dieser officiellen Mittheilung hatte der Verfasser durch die Höflichkeit eines Mitgliedes der Kommission von dem Resultate Nachricht erhalten. In der Ueberzeugung daß das Mißlingen irgend eine unerklärte Ursache habe, schrieb er dem Oberstlieutenant Cardley Wilmot und bat um einige weitere Aufklärungen, insbesondere über die Art wie man bei den Versuchen aus dem Rohre geschossen habe. Der Oberstlieutenant Wilmot säumte freundlicherweise nicht eine Skizze zu schicken, welche die Art wie das Rohr zum Schießen gelagert war, zeigte und auf einmal die ganze Sache er-

Fig. 13.



Digitized by Google

klärte. Der Cylinder war thatsächlich nicht zersprungen, sondern in Folge des Rückstoßes auseinander gerissen. Die nach der Skizze des Oberstlieutenants Wilmot angefertigte Fig. 13 zeigt wie dies zuging. Der dicke hervorstehende Stahlring an der Mündung war der eigentliche Stützpunkt, und das einzige was den Verfasser überraschte ist nicht, daß das Rohr bei dem zweiten Schusse zersprang, sondern daß es den ersten aushielt.

Die nachfolgenden in obigem Berichte angegebenen Sprengungen bestanden nicht in einem Zerspringen des Rohrs, sondern einfach darin daß der in das Ende als Boden eingesetzte Zapfen weggeschleudert wurde.

Die Bruchstücke des Cylinders wurden dem Verfasser nachher zugeschickt. Bei ihrer Untersuchung fand er, daß das Metall am Boden wo es gewichen war, viele Gallen und in Folge schlechten Bohrens an einer Seite weniger als $^3/_{16}$ Zoll Dicke hatte.

Gleich nach Empfang der Skizze schrieb der Verfasser dem Oberstlieutenant Wilmot die Ursache des Mißlingens. Er erhielt bald darauf die Erwiederung, daß letzterer glaube, man halte den Versuch überhaupt nicht für geeignet den leitenden Gedanken zu widerlegen, das Herausstoßen des Bodens im Gegentheil für einen Umstand, der zu Gunsten des Rohrs spreche. Am 21. September 1855 wandte sich der Verfasser abermals an die Artillerie-Behörde, erklärte den Grund weshalb der Versuch mißlungen sei, und erbot sich auf dieselbe Weise ein größeres Rohr zu machen.

Hierauf erhielt er am 27. September 1855 eine Antwort, deren Inhalt in folgendem Satze begriffen war: „Ich bin beauftragt, Sie zu benachrichtigen daß weitere Versuche mit Ihrer Erfindung auf öffentliche Kosten nicht gemacht werden können."

Der Verfasser wiederholte, vielleicht mit einiger Hartnäckigkeit, noch einmal in einem Schreiben an das Kriegs-Departement die Gründe weshalb er einen andern Versuch wünsche, wobei er darauf hinwies, daß was geschehen sei auf seine und nicht auf öffentliche Kosten geschah. Es wurde ihm hierauf geantwortet, daß die Sache der Prüfungs-Kommission wieder vorgelegt sei, und schließlich bekam er ein vom 25. October 1855 datirtes Schreiben aus dem Kriegsdepartement des Inhalts: „Auf Befehl des Kriegs-Secretärs habe ich Ihnen mitzutheilen daß die Kommission, auf die Einzelnheiten des stattgehabten Versuchs sich beziehend, Versuche mit einem Rohre dieser Konstruktion fernerhin nicht für nöthig erachtet."

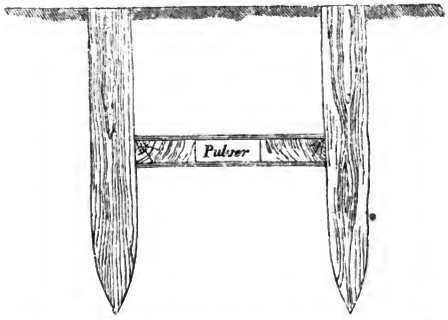
So endeten die Verhandlungen mit dem Kriegs-Departement. Ihr Ausgang ermuthigte nicht zu der Hoffnung, die Erfindung regierungsseitig geprüft zu sehen; aber der Verfasser hatte keinen Grund an der Richtigkeit des Konstruktions-Prinzips zu zweifeln. Da er inzwischen seine Aufmerksamkeit anderen Geschäften zuwenden mußte, blieb die Sache, soweit er dabei betheiligt war, für einige Monate liegen. Danach begann er eine neue Reihe von Versuchen.

Digitized by Google

Jedoch will er, bevor er dieſe beſchreibt, die Geſchichte des in Woolwich probirten Bronze-Cylinders vervollſtändigen.

Da er die Bruchſtücke deſſelben beſaß, nahm er davon ein ungefähr 2 Fuß langes Stück, von dem er den Draht bis auf 2 Umwickelungen abſtreifte. Es war alſo eine 2 Fuß lange und $^1/_4$ Zoll dicke Bronze-Röhre mit 2 Umwindungen von vierkantigem $^1/_{16}$ Zoll ſtarken Stahldraht, was zuſammen $^1/_4$ Zoll Bronze und $^1/_8$ Zoll Draht ausmacht. Mitten in die Röhre gab er $1^1/_2$ Pfd. von dem Kanonenpulver des Gouvernements und die Enden wurden mit dicht ſchließenden hölzernen Pfropfen ausgefüllt, die mit eiſernen Keilen feſt gekeilt wurden. Dann wurde in feſtem Thonboden ein 3 Fuß tiefer Graben ausgehoben, der Cylinder unten hineingelegt, an jedem Ende deſſelben eine Eiſenbahnſchwelle feſt in die Erde getrieben, der Graben mit Thon gefüllt und dieſer mit einer ſchweren Handramme tüchtig geſtampft. (Fig. 14.)

Fig. 14.



Hierauf wurde das Pulver mittelſt eines Patentzünders entzündet. Die hölzernen Pflöcke und Schwellen wurden mit heftiger Gewalt heraus geworfen und an jedem Ende eine große Menge Thon fortgeriſſen, aber der Cylinder blieb unverſehrt.

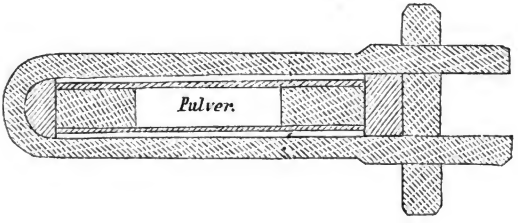
Da der Verfaſſer ihn wo möglich zerſprengen wollte, gab er nun 2 Pfd. Pulver hinein, füllte die Enden mit dicht ſchließenden eiſernen Zapfen und legte um das Ganze, wie Fig. 15 zeigt, ein eiſernes Band, deſſen Durchſchnittsfläche 5 Quadratzoll groß war.

Das entzündete Pulver riß das eiſerne Band auseinander, beſchädigte aber den Cylinder nicht, ausgenommen an den Enden, wo der unvollkommen befeſtigte Draht abwickelte und der Cylinder aufriß. Wird die Feſtigkeit des eiſernen Bandes zu 18 Tonnen per Quadratzoll angenommen, ſo muß die Kraft des Pulvers über 13 Tonnen per Qua-

Digitized by Google

dratzoll betragen haben; und doch widerstand ihr $^1/_4$ Zoll Bronze mit $^1/_8$ Zoll Stahldraht. Der Druck muß im Durchmesser 39 Tonnen betragen haben; rechnet man also für die Bronze 10 Tonnen auf den Quadratzoll, so bleiben für den Stahldraht 34 Tonnen, welche auf die beiden Seiten oder auf $^1/_4$ Zoll vertheilt, als Festigkeit des verwendeten Drahts nicht weniger als 136 Tonnen für den Quadratzoll des Durchschnitts ergeben. Es muß aber bemerkt werden, daß dieser Draht von der besten Qualität war.

Fig. 15.



Der Verfasser will nun zu der Beschreibung der zweiten Reihe von Versuchen, die er im März 1856 anstellte, übergehen.

Viele, denen er die vorstehend beschriebenen Versuche mittheilte, gaben zwar die gewonnene große Steigerung der Festigkeit zu; waren aber der Meinung, daß der Draht nur in Verbindung mit einem Metalle von weicher geschmeidiger Art wie Messing oder reines Kupfer gebraucht werden könne. Man behauptete daß es unmöglich wäre, den Draht in Verbindung mit Gußeisen zu gebrauchen, wegen der Sprödigkeit die man diesem Materiale zuschrieb; und auf der anderen Seite wendete man ein, daß die weiche Bronze oder das Kupfer durch die Schüsse bald abgenutzt und das Rohr dann unbrauchbar würde.

Der Verfasser war anderer Ansicht. Er betrachtete die innere Schale nur als ein Mittel, die Gase einzuschließen und den innern Druck auf den Draht zu übertragen; und da er wußte, daß das Gußeisen einer zerdrückenden Gewalt von 40 Tonnen zu widerstehen vermag, so scheute er sich nicht, es einem Drucke in normaler Richtung auszusetzen, welcher die Kraft des Pulvers oder 17 Tonnen per Quadratzoll nicht überschreiten konnte. Er wußte aber wohl daß das Raisonnement nicht genüge, und beschloß also in der zweiten Reihe von Versuchen, welche jetzt beschrieben werden sollen, nur Gußeisen in seiner härtesten Gestalt, wie man es in einem dünnen Gußstücke hervorbringt, zu verwenden.

Es wurden mehre Cylinder zweierlei Art vorbereitet. Mit der

Digitized by Google

einen Art sollte ermittelt werden, ob man durch den Draht hartes Gußeisen in den Stand setzen könne, einer zersprengenden Gewalt zu widerstehen; mit der anderen Art, ob es möglich sein würde, die Kraft des Pulvers durch einen dünnen Boden von Gußeisen auf eine nachgiebige Masse zu übertragen, die zwischen diesen Boden und die Laffete gelegt wäre. Der Verfasser beurtheilte nämlich den Rückstoß und seine Wirkung folgendermaßen: Da Wirkung und Gegenwirkung einander gleich und entgegengesetzt sind, so ist es klar daß der Rückstoß des Rohrs größer werden muß, wenn man die Geschwindigkeit oder das Gewicht des Geschosses vergrößert, auch daß der Rücklauf größer wird, wenn man das Rohrgewicht verringert. Damit es also dem Verfasser gelingen konnte, ein 9-pfündiges Geschoß aus einem Rohre vom 3-pfündigen Kaliber zu schießen, kam es auf ein Mittel gegen den vergrößerten Rückstoß an. Dies kann auf zwei Wegen gefunden werden. Der erste ist der, die Wirkung des Schusses auf die Laffete wie auf das Geschützrohr selbst, durch die Vertheilung der Masse des letzteren möglichst abzuschwächen. Der Rückstoß entsteht aus einem Drucke, der in dem Augenblicke der Entzündung des Pulvers beginnend, sehr schnell wächst, dann wieder abnimmt, während die Kugel sich längs der Seele des Rohrs fortbewegt. Dieser Druck wird so schnell erzeugt, daß er praktisch wohl dem Schlage eines Hammers verglichen werden kann; dennoch ist es ein Druck von kurzer Dauer und großer Intensität, der das Rohr zwischen dem Bodenstücke und den Schildzapfen auseinander, die Schildzapfen abzureißen oder die Laffete zu zerbrechen strebt, während er die Theile des Rohrs jenseits der Schildzapfen durch ihr eigenes Beharrungsvermögen zu zerstören sucht. Der Rückstoß bewirkt also überhaupt eine Spannung in der Länge des Rohrs.

Nun wird bekanntlich die Kraft eines Stoßes am besten dadurch abgeschwächt, daß man in seiner Richtung eine schwere dicke Masse anbringt. Deshalb beabsichtigte der Verfasser das Gewicht seines Rohrs möglichst hinter dem Boden desselben zu concentriren. Hierdurch würde die Erschütterung der Laffete, da der Stoß zunächst auf eine schwere Metallmasse träfe, beträchtlich vermindert werden.

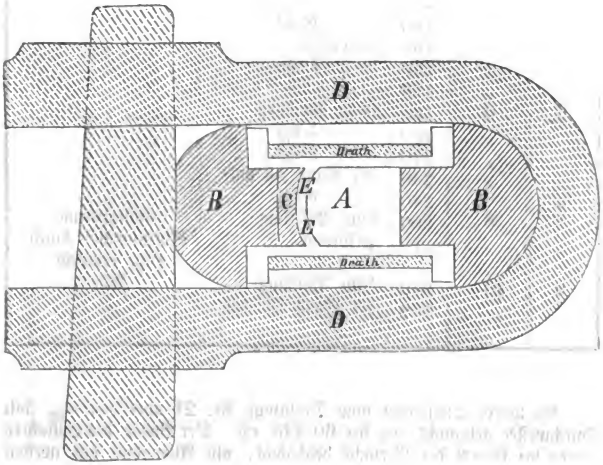
Außerdem kann man die Wirkung irgend eines Stoßes sehr abschwächen, indem man ein geschmeidiges Material zwischen den stoßenden und gestoßenen Körper legt. Da es aus praktischen Gründen wünschenswerth sein möchte, das Rohr selbst von der Masse welche den Rückstoß aufnehmen soll, zu trennen, so wollte der Verfasser erforschen wie weit es möglich wäre, die Kraft durch eine dünne Scheidewand von einer harten spröden Substanz wie Gußeisen, auf ein weiches nachgebendes Material wie Blei, und durch dieses auf die Masse hinter dem Boden zu übertragen. Er hoffte hierdurch, nicht etwa die Größe des Rückstoßes an sich zu verringern, aber die Vibrationen zu verhindern, welche auf zwei harte einander berührende Metalle so zerstörend einwirken und jede Art der Verbolzung oder des Nietens, wie gut sie anfangs auch war, losrütteln.

Digitized by Google

In dieſer Abſicht wurden zwei verſchiedene Arten gußeiſerner Cylinder angefertigt.

Die Cylinder der erſten Art waren zu den eben bezeichneten Verſuchen über die Möglichkeit, den Druck durch ein Diaphragma wirken zu laſſen, beſtimmt und hatten die Dimenſionen welche die Fig. 16 an-

Fig. 16.



giebt. A iſt die Pulverkammer, B und B ſind gußeiſerne Zapfen, C iſt der mit einem weichen Materiale ausgefüllte Raum zwiſchen der Pulverkammer und dem einen Zapfen, D ein ſchmiedeeiſernes Band mit einem Keile, um die Zapfen B und B gegen einander zu drücken.

Es ſollte nun verſucht werden, ob die Exploſion das Diaphragma EE zerſchmettern würde. Es wurden 6 Cylinder in dieſer Weiſe vorbereitet und mit Ladungen von 50 bis 250 Gräns vom Kanonenpulver des Gouvernements abgefeuert, während der Cylinder 310 Grän faſſen konnte. Die folgende Tafel enthält die Reſultate:

Digitized by Google

Nr. des Cylinders.	Anzahl der Drahtumwindungen.	Ladung in Gräns.	Resultate.	Material hinter dem Diaphragma.
0	2	50	keine Wirkung.	Blei.
"	"	50	desgl.	"
"	"	100	desgl.	"
"	"	120	desgl.	"
"	"	150	zersprang.	"
1	4	150	keine Wirkung.	"
"	"	180	der obere Rand riß auf.	"
3	6	180	keine Wirkung.	"
"	"	200	desgl.	"
"	"	220	desgl.	"
"	"	240	der Rand riß auf.	"
6	8	240	desgl.	"
8	8	200	keine Wirkung.	Guttapercha.
"	"	220	zersprang.	Guttapercha, durch Hitze erweicht.
9	10	240	keine Wirkung.	Blei.
"	"	250	der Rand riß auf.	"

Es wurde Eisendraht vom Drahtmaß Nr. 21 oder von $^1/_{28}$ Zoll Durchmesser gebraucht, der bei 60 Pfd. riß. Der Boden des Cylinders wurde bei keinem der Versuche beschädigt, mit Ausnahme des zweiten mit dem Cylinder Nr. 8, wo die Guttapercha durch die Hitze der ersten Explosion erweicht war. Das Blei nahm den Stoß jedesmal vollständig auf und der Verfasser überzeugte sich, daß ohne praktische Schwierigkeiten die Kraft durch ein nur $^1/_{10}$ Zoll dickes Diaphragma selbst von der Sprödigkeit des Gußeisens, übertragbar sei.

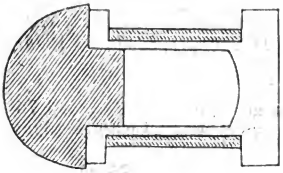
Hiernach bedurfte es für ihn weiterer Versuche nicht, um die Möglichkeit zu erkennen, daß die Kraft des Schießpulvers durch noch so hartes Gußeisen auf Draht oder irgend ein anderes absorbirendes Mittel übertragen werden könne. Da indeß andere Cylinder bereit waren, schritt er dazu, deren Festigkeit zu erproben.

Sie sind in Fig. 17 dargestellt. Sie faßten, wenn sie bis zum Zapfen gefüllt waren, 310 Grän. Die Zapfen waren genau passend gemacht und das Pulver wurde durch ein enges Zündloch, welches nicht größer als eine feine Nadel war, entzündet.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate.

Digitized by Google

Fig. 17.



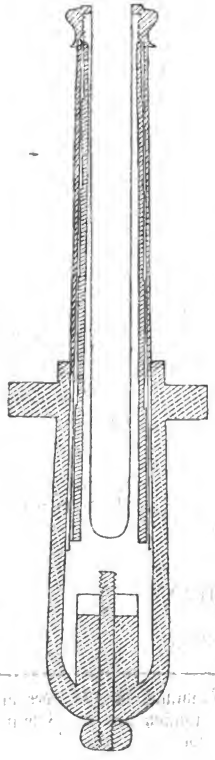
Nr. des Cylinders.	Anzahl der Drahtumwickelungen.	Ladung in Gräns.	Resultate.	Bemerkungen.
0	keine	40	keine Wirkung.	
„	„	50	desgl.	
„	„	60	desgl.	
„	„	70	desgl.	
„	„	80	zersprang.	
2	4	130	keine Wirkung.	
„	„	150	der Rand zersprang.	
7	8	200	keine Wirkung.	Ein schmiedeeiserner, 1/4 Zoll dicker Reif wurde auf den Rand aufgezogen.
„	„	220	desgl.	
„	„	240	desgl.	
„	„	250	desgl.	
„	„	260	desgl.	
„	„	270	desgl.	
„	„	280	desgl.	
„	„	290	desgl.	Der Reif an dem Rande wich aus.
5	8	200	keine Wirkung.	
„	„	220	desgl.	
„	„	230	desgl.	
„	„	240	der Rand zersprang.	
4	4	200	keine Wirkung.	
„	„	250	der Rand zersprang.	
10	10	310	keine Wirkung.	

Der gebrauchte Eisendraht war vom Drahtmaß Nr. 21 oder von 1/28 Zoll Durchmesser und riß bei 60 Pfd.; folglich war die Festigkeit des Materials auf jeden Längenzoll im Cylinder

Digitized by Google

Nr. 0.	Gußeisen 0,1 . 2 . 8,8 Tonnen =	1,76 Tonnen		1,76 Tonnen.	
	Kein Draht.				
„ 2.	Gußeisen wie oben	1,76	„		
	Draht 4 . 28 . 2 . $^{60}/_{2240}$ Tonnen =	6,00	„	7,76	„
„ 7.	Gußeisen wie oben	1,76	„		
	Draht 8 . 28 . 2 . $^{60}/_{2240}$ Tonnen =	12,00	„	13,76	„
„ 5.	wie Nr. 7			13,76	„
„ 4.	wie Nr. 2			7,76	„
„ 10.	Gußeisen wie oben	1,76	„		
	Draht 10 . 28 . 2 . $^{60}/_{2240}$ Tonnen =	15,00	„	16,76	„

Fig 18.



Die ungeheure Kraft der expansibelen Gase zeigte sich bei diesen Versuchen durch ihre Wirkung auf die Zapfen, die obgleich genau eingepaßt und von hartem Eisen, in einer ungewöhnlichen Weise ausgehöhlt und wie mit dem Meißel ausgegraben waren, was an einem vorgelegten Exemplare zu sehen ist. Auch die Zündlöcher wurden sehr schnell erweitert.

Die Resultate waren, was die Festigkeit anbetrifft, so entscheidend, daß der Verfasser zu der Konstruktion eines kleinen Geschützrohrs (Fig. 18) schritt, welches ein Kaliber von 2,96 Zoll hatte und in der Seele 36 Zoll lang war. Es hatte Umwickelungen von Eisendraht des Drahtmaßes Nr. 16, und zwar am Boden 12, dann weniger und an der Mündung 4. Die Dicke des Gußeisens betrug $^{11}/_{16}$ Zoll am Boden und $^{1}/_{2}$ Zoll an der Mündung.

Das Rohr war über den Kern gegossen und in dem dicken Theile des Stoßbodens ein hohler Raum gelassen, in welchen eine $^{3}/_{4}$ Zoll dicke Scheibe von Gummielastikum eingesetzt wurde. Die Schildzapfen bildeten keinen Theil des Rohrs, sondern ein das Bodenstück umfassender Mantel hatte zwei Seitenstangen, die ungefähr auf $^{1}/_{3}$ der Rohrlänge reichten und an deren Enden die Schildzapfen saßen. So wurde die ganze

Digitized by Google

Kraft des Rückstoßes durch die schwere Masse des Bodenstücks, dann durch das Gummielastikum und längs der Seitenstangen zu den Schildzapfen geleitet.

Das Ganze wurde auf eine hölzerne Laffete mit 4 Rollrädern von etwa 8 Zoll Durchmesser gelegt.

Das Rohr mit dem schmiedeeisernen Schildzapfenmantel wog 3 Centner, die Laffete 2 Centner 15 Pfd., das Ganze 5 Centner 15 Pfd.

Die Geschosse wurden so viel als möglich vom Kaliber der Bohrung gegossen, so daß sie ohne Zwang, aber mit sehr wenig Spielraum in das Rohr gingen. Die Rundkugeln wogen $3^5/_8$ Pfd. und die konischen Geschosse 6 bis $7^1/_2$ Pfd.

Es wurde Kanonenpulver des Gouvernements gebraucht. Die Resultate mit 7 Grad Elevation sind folgende:

Schießen auf Cambois Sand am 4. Juni 1856.

Nummer.	Art des Geschosses.	Gewicht des Geschosses in Pfunden	Elevation in Graden	Pulverladung in Unzen.	Weite des ersten Aufschlages in Yards.
9	Rundkugel.	$3^5/_8$	7	11	1400
4	Langgeschoß.	$6^1/_2$	7	11	1200
5	desgl.	6	7	8	1220
6	desgl.	$7^1/_2$	7	11	1542
8	desgl.	7	7	11	Ueber 1500, nicht gefunden.
7	desgl.	7	7	16	Ueber 1800, nicht gefunden.
10	desgl.	$6^1/_2$	7	16	1500
11	desgl.	$6^1/_2$	7	16	Ueber 1800, nicht gefunden.

Die Verschiedenheiten in der Schußweite entstanden theils daraus, daß es an genauen Mitteln zur Ertheilung der Elevation fehlte, theils aus Unterschieden in der Gestalt der Geschosse. Die Versuche sollten nur vorläufige sein, der Verfasser beabsichtigte, sie zu einer anderen Zeit in vollständigerer Reihe auszuführen. Unglücklicherweise wurde diese Absicht durch einen Unfall vernichtet, welcher das Rohr zerstörte und den der Verfasser jetzt beschreiben will.

Er hatte die Idee, daß eine größere Gleichförmigkeit der Flugbahnen zu erreichen sei, wenn man ein Geschoß nach Art der Pfeile nämlich mit einem langen leichten Schafte und schweren Kopfe gebrauchte. Das Geschoß ist in Fig. 19 angegeben. Der Kopf war von Gußeisen und wog etwa $8^1/_2$ Pfund, der Schaft war von Tannenholz und fest

Digitized by Google

Fig. 19.

in den eisernen Kopf eingefügt. Als dies Geschoß aus einem Versehen mit einer starken Pulverladung abgeschossen wurde, drang das mit großer Gewalt vorwärts gestoßene Holz so in den eisernen Kopf, daß es diesen spaltete und hierdurch so fest in der Seele verkeilte, daß er das Rohr gar nicht verließ, dasselbe vielmehr etwa 12 Zoll von der Mündung auseinander riß. Das Mundstück mit dem darin befindlichen Geschosse flog ungefähr 15 Yards fort, der Draht war abgewickelt, aber nicht zerrissen.

Man sieht leicht ein, daß dieser Vorfall lediglich durch das Geschoß herbeigeführt wurde und mit dem Konstruktionsprinzipe des Rohrs nichts zu thun hat.

Es war indeß genug geschehen, um zu zeigen daß mit einem nur 3 Centner schweren Rohre ein Geschoß von $7^1/_2$ Pfd. 1500 bis 1800 Yards weit geschossen werden kann, ein Resultat welches von keinem Dienst-6-Pfünder zu erreichen sein möchte.

So endeten des Verfassers Versuche mit Geschützrohren. Er hatte weder Zeit noch Geld sie weiter fortzusetzen; während er deßhalb wider Willen von der Sache abließ, war er doch von der Richtigkeit und leichten Ausführbarkeit des Systems trotz des Ausspruchs der höchsten Autorität, daß weitere Versuche mit Rohren dieser Art unnöthig seien, vollkommen überzeugt.

Dasselbe Prinzip kann eine andere Anwendung bei der Konstruktion der Cylinder hydraulischer Pressen finden. Bei großem Durchmesser sind dieselben sehr schwer und dem Zerspringen sehr ausgesetzt, wogegen man Cylinder mit Drahtumwindungen von jedem Durchmesser leicht und mit bedeutend geringeren Kosten als die gebräuchlichen schweren Cylinder herstellen kann.

Ein 10zölliger Cylinder von 40 Zoll Hublänge z. B. wiegt roh 46, fertig 31 Centner und kostet fertig ungefähr 22 Pfd. Sterl. Ein drahtumwundener Cylinder von derselben Festigkeit würde nur 7 Centner wiegen und nicht über 10 Pfd. kosten.

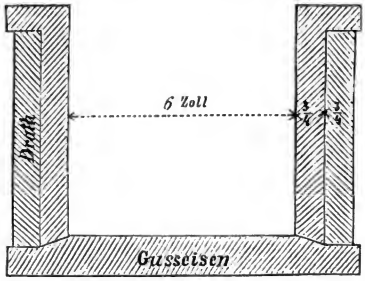
Dabei ist dieser große Kostenunterschied noch von weniger Bedeutung als die Verminderung der Gefahr des Zerspringens und als die außerordentliche Erleichterung. Dieser letztere Umstand ist besonders vortheilhaft bei Pressen die nach Indien und Südamerika, wo die Transportmittel für schwere Lasten oft nicht geeignet sind, ausgeführt werden sollen.

Dem Verfasser ist, wenn er mit Fabrikanten hydraulischer Pressen über diesen Gegenstand sprach, gewöhnlich eingewendet, daß der Druck das Wasser durch die gußeisernen Wände pressen könne, wenn diese zu dünn gemacht würden. Er verfertigte deshalb, um dies zu ermitteln, einen kleinen Cylinder von 6 Zoll Durchmesser (Fig. 20) mit Wänden

Digitized by Google

von 3/4 Zoll Gußeisen und 3/4 Zoll Drahtumwindung, letztere aus 12 Umwickelungen von Eisendraht Nr. 16 bestehend.

Fig. 20.



Dieser Cylinder wurde mit einem Drucke bis zu 6 Tonnen auf den Quadratzoll probirt, ohne daß Wasser durchkam. Bei letzterem Drucke wich er, indem die Seitenwände sich von der Bodenplatte lösten. Die Ursache hiervon ist einleuchtend. Die Bodenplatte verhinderte die Seitenwände sich auszudehnen, was sie da wo sie mit Draht umwunden waren, konnten. Der Draht war nicht zerrissen, noch waren die Seitenwände zerbrochen.

Es giebt ohne Zweifel noch andere nützliche Anwendungen dieses Prinzips; es sollte aber hauptsächlich die Aufmerksamkeit auf den Werth gerichtet werden, den es für die Geschützkonstruktion hat. Bei der Anfertigung eines guten Kanonen- oder Mörser-Rohrs kommen außer der Festigkeit des Materials noch viele Fragen in Betracht. Sie sind der Aufmerksamkeit des Verfassers nicht entgangen, und er glaubt daß das hier vorliegende Prinzip viele Erleichterungen gewährt und mit Erfolg angewendet werden kann, um den zerstörenden Waffen aller Art, seien es von hinten zu ladende gezogene Kanonen für die leichte Feldartillerie, oder selbst Revolver, oder seien es die für Zwecke der Vertheidigung und Belagerung bestimmten schweren Kanonen und Mörser, jede gewünschte Beschaffenheit zu geben. Er würde die Herstellung einer 15zölligen Kanone oder eines 36zölligen Mörsers mit dem größten Vertrauen auf das Gelingen unternehmen. Er ist auf Einwendungen gefaßt; und wenn man auch auf den alten Einwänden: daß solche Rohre zu leicht würden, daß Guß- und Schmiedeeisen nicht zusammen passen, daß ihre verschiedene Expansionsfähigkeit das Rohr zerstören müsse und anderen mehr, vielleicht nicht länger beharrt, da sie durch Thatsachen widerlegt sind, so mögen doch diejenigen welche den Gegenstand nicht ausführlich

Digitized by Google

ſtudirt haben oder deren Aufmerkſamkeit zum erſtenmale auf ihn gerichtet wurde, noch Manches bedenklich finden. Und obgleich alle bei der Anfertigung brauchbarer Geſchützrohre in Betracht kommenden Einzelnheiten kaum innerhalb der Grenzen dieſer Abhandlung liegen, ſo wird der Verfaſſer doch erfreut ſein, irgend welche möglicherweiſe vorhandenen Einwürfe zu hören und ſo gut er kann zu beantworten.

Digitized by Google

Anhang.

Da die bevorstehenden Verhandlungen sich wahrscheinlich über die Konstruktionsfrage selbst hinaus erstrecken werden, so sind im Voraus die beiden folgenden Noten vom Verfasser der Abhandlung hinzugefügt, nämlich: 1) über die Kraft des Schießpulvers, und 2) über die Ursachen der Abweichung der Geschosse und die Art und Weise, dieselbe durch die Züge des Rohrs zu verhindern. Die mathematischen Untersuchungen, auf welche in diesen Noten verwiesen wird, sowie diejenigen über die Festigkeit der mit Reifen oder Draht umgebenen Cylinder, von Hrn. C. H. Brooks, werden in den Protokollen des Vereins veröffentlicht werden.

1. Ueber die Kraft des Schießpulvers.

In der vorstehenden Abhandlung hat der Verfasser die anfängliche und äußerste Kraft des Schießpulvers zu 17 bis 20 Tonnen auf den Quadratzoll geschätzt. Verschiedene Autoritäten haben für sie dagegen nahe das Doppelte angenommen. Leider hat man kein Mittel, diesen wichtigen Gegenstand genau festzustellen, da man den Verbrennungs-Prozeß des Pulvers im Rohre nicht hinreichend kennt.

Deswegen scheint dem Verfasser die von ihm befolgte Methode noch die geeignetste zu sein, um brauchbare Resultate zu gewinnen, die Methode nämlich, durch wirkliche Versuche mit Gefäßen von bekannter Festigkeit zu bestimmen, welche Metalldicke der ganzen Kraft des Pulvers widersteht, wenn kein Gasverlust eintritt.

Die indirekten Methoden sind folgende:

1) aus dem Volumen der erzeugten Gase auf die Kraft zurück zu schließen, die sie besitzen, wenn sie in ihrem ursprünglichen Umfange komprimirt und zugleich der bei der Verbrennung eintretenden großen Temperatur-Erhöhung ausgesetzt sind; und
2) aus der am ballistischen Pendel ermittelten Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel das Rohr verläßt, die anfängliche Kraft des Pulvers zu berechnen.

Beide Methoden sind mangelhaft, weil mehre Elemente der Rechnung nicht zuverlässig bekannt sind. Im ersten Falle kennt man we-

Digitized by Google

der die Temperatur noch die richtige Relation zwischen Druck und Volumen, wenn man nämlich statt Mariotte's Gesetz das richtige Gesetz anwenden will.

Nach Capitän Boxer*) enthalten die aus einem Kubikfuß Pulver entstehenden Gase, wenn sie auf die gewöhnliche Temperatur zurückgebracht sind,

79,4 Kubikfuß Stickstoff und
238,0 " Kohlensäure

317,4.

Sie üben also, auf den ursprünglichen Umfang des Pulvers komprimirt, nach Mariotte's Gesetz einen Druck von 317,4 Atmosphären aus. Der Capitän Boxer nimmt nun, um die Wirkung der Temperatur in Rechnung zu bringen, diese zu 3000° Fahrenheit und die Expansion zu $^1/_{480}$ des Volumens für jeden Grad an. Danach würde das Volumen der ausgedehnten Gase $317{,}4 \cdot \frac{3000-60}{480} = 1944$ Fuß betragen, und auf das ursprüngliche Volumen des Pulvers komprimirt, einen Druck von 1944 Atmosphären oder 12,8 Tonnen auf den Quadratzoll geben.

Der Druck kann auch aus folgendem Gesetze hergeleitet werden, welches in der Gleichung einer Curve $p = \alpha \cdot \frac{1}{v^k}$ od. $\frac{p}{p'} = \left(\frac{v'}{v}\right)$ dargestellt wird. Hierin bedeuten p und p' den Druck, bez. v und v' den Raum vor und nach der Zusammendrückung und k das Verhältniß der specifischen Wärme bei konstantem Volumen zu derjenigen bei konstantem Drucke. Für die atmosphärische Luft ist $k = 1{,}41$. Nimmt man diesen Werth (der indeß etwas unsicher ist) auch für Kohlensäure und Stickstoff an, so ergiebt sich der Druck p' zu $317{,}4^{1{,}41} = 3367$ Atmosphären, oder 22,17 Tonnen auf den Quadratzoll.

Für die Berechnung der anfänglichen Kraft des Pulvers aus der am ballistischen Pendel ermittelten Geschwindigkeit haben Dr. Hutton und die ihm folgenden Artilleristen die Formel

$$v = 47{,}4 \sqrt{\frac{n\,h\,d^2}{p+w} \cdot \log \frac{b}{a}}$$

benutzt, woraus

$$n = \frac{(p+w) \cdot v^2}{47{,}4^2 \cdot h\,d^2 \cdot \log \frac{b}{a}} \quad \ldots \quad (1)$$

zu bestimmen ist. Hutton fand den Werth von n zu 2000 bis 2400 Atmosphären oder 13 bis 16 Tonnen auf den Quadratzoll.

*) Treatise on Artillery etc. By Capt. E. M. Boxer R. A. London 1854. Pag. 14, Sect. 1, Part I.

Digitized by Google

Diese Formel gründet sich aber auf die falschen Voraussetzungen: daß die Veränderung des Drucks dem Mariotte'schen Gesetze folgt, und daß die ganze Pulvermenge momentan in Gas verwandelt wird. Die erste Voraussetzung kann durch Annahme des richtigen thermodynamischen Gesetzes verbessert werden, wonach die Formel sich verändert in

$$n = \frac{(p + w)\, v^2}{47{,}4^2 . d^2 . \frac{h^k (a^{1-k} - b^{1-k})}{k-1}} \quad \ldots\ldots (2).$$

Bei Herrn Whitworth's 80-pfündigen Kanone ist bei einer Pulverladung von 12 Pfd., die im Rohre 20 Zoll einnimmt, die Geschoßgeschwindigkeit zu 1300 Fuß in der Secunde festgestellt. Hiernach hat man für dies Geschütz

d	oder den mittleren Durchmesser der Seele	=	5,25 Zoll
b	= die Länge des Rohrs	=	108 =
a	= die Länge der Ladung	=	20 =
w	= das Gewicht des Geschosses . .	=	80 . 16 Unzen
p	= das halbe Gewicht des Pulvers .	=	6 . 16 =
v	= die Geschoßgeschwindigkeit . . .	=	1300 Fuß
h	= die mit Pulver angefüllte Länge .	=	19 Zoll

$k = 1{,}41$ (?) wie oben;

und daraus für n folgende Werthe:

	Atmosphären.	Tonnen.
(1) nach Hutton's auf Mariotte's Gesetz gegründeten Formel	2638	= 17,37
(2) nach Hutton's, auf das thermo-dynamische Gesetz gegründeten Formel . .	3733	= 24,58

Diese letzten, wahrscheinlich der Wahrheit nahe kommenden Resultate müssen doch wegen der Thatsache, daß die Verbrennung des Pulvers nicht momentan erfolgt, sondern auch das Werk einer Zeit ist, eine Einschränkung erleiden. Wäre die Relation zwischen der Zeit und der Zunahme des Druckes bekannt, so würde die Anfangskraft des Pulvers und die größte Erschütterung des Rohrs genauer bestimmt werden können. Soviel ist aber klar, daß der wirkliche Druck immer geringer als der durch Formel 2 gegebene ist, und um so geringer, je langsamer das Pulver verbrennt.

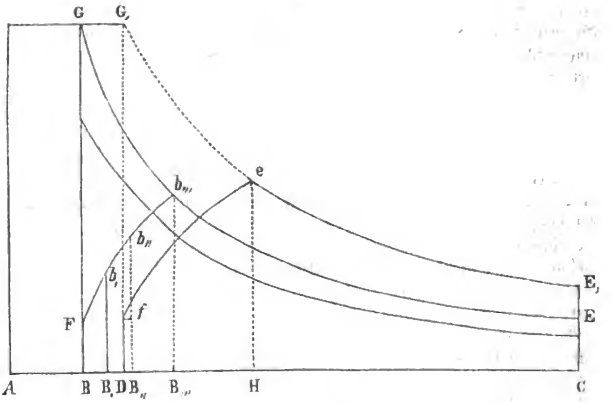
Der Kriegs-Secretär Herr Sidney Herbert hat kürzlich (in der Rede über die Armee-Anschläge, am 17. Februar 1860) behauptet, daß wir verkehrterweise eine Zeit lang zu rasch verbrennliches Pulver für die Artillerie und namentlich für die gezogenen Kanonen, welche ein schwächeres und langsameres Pulver als andere Waffen verlangen, gebraucht haben.

Eine so ungewöhnliche, an dieser Stelle ausgesprochene Behauptung fordert zu einer sorgfältigen Prüfung auf.

Die Sache kann in folgender Weise mit wenig Worten erläutert werden. In Fig. 21 bedeute ABC die Seele des Rohrs und AB

Digitized by Google

Fig. 21.



den von der Pulverladung vor der Entzündung ausgefüllten Theil derselben. Sobald die Verbrennung des Pulvers anfängt, häuft sich der Druck in AB so lange an, bis er dem Widerstande des Geschosses gleich ist. Dieser Druck werde durch BF dargestellt. Das Geschoß beginnt dann seine Bewegung gegen C. Wenn es in B, B„ angekommen ist, möge der Druck die Werthe der Ordinaten B, b, B„ b„ angenommen haben; wenn alles Pulver verbrannt ist, sei das Geschoß in B„, und der Druck = B„, b„. Dann giebt die Curve F b, b„ b„, den Druck bis zum Punkte B„, an. Von diesem Punkte bis zum Ende des Rohrs wird der Druck durch die Ordinaten der Curve b„E dargestellt. Die ganze Größe der Geschoßbewegung erscheint mithin als die Fläche BFb„ECB. Dies gilt, wie sich von selbst versteht, nur unter der Annahme, daß von den Gasen nach dem Rohre keine Wärmeleitung stattfinde. Jede solche Ableitung verkleinert natürlich die Ordinaten und die Fläche der Curve; aber die wirklich abgeleitete Wärme ist im Verhältniß zu der entstehenden hohen Temperatur so unbedeutend, daß sie für die Praxis vernachlässigt werden darf.

Erweitert man nun die Curve b„E rückwärts bis G, so bezeichnet BG den Druck welcher bei einem momentan verbrennenden Pulver sogleich entstehen, und die Fläche BGECB die Wirkung welche in diesem Falle auf das Geschoß ausgeübt würde. Es ergiebt sich also, daß die wahre Wirkung kleiner als die eines momentan verbrennenden Pulvers ist, und zwar um die Fläche Fb„GF.

Stellt mithin BGECB die nach der Formel (2) berechnete Wirkung dar, so muß man offenbar von einem langsamer verbrennen-

Digitized by Google

den Pulver, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, mehr nehmen. Bezeichnet AD die Länge dieser Pulverladung, so entsteht eine Curve feE,, deren Fläche DfeE,CD der Fläche BGECB gleich sein muß, und worin der größte Druck = He ist. Nun muß eE, ein Theil einer von G, niedersteigenden Curve G,E, und G,D = GB sein, weil diese beiden dieselbe, nämlich die bei einer momentanen Explosion ausgeübte, Kraft angeben. Folglich ist He immer kleiner als GB.

Es ergiebt sich daher als Resultat, daß bei einem langsamer verbrennenden Pulver die Wirkung auf das Rohr geringer, die erforderliche Pulvermenge aber größer ist; und daß die Nothwendigkeit eines langsameren Pulvers, worauf der Kriegs-Secretär hinweist, nur dadurch herbeigeführt sein kann, daß die Rohre für das ökonomischere und kräftigere, rasch verbrennende Pulver nicht stark genug sind.

Der Verfasser möchte, indem er diese Note schließt, die Gelegenheit benutzen um die Hoffnung auszusprechen, daß eine Reihe von Versuchen mit gezogenen Geschützen und allen den wichtigen Anwendungen, die heutiges Tages zu Gebote stehen, angeordnet werden möchten, etwa denen ähnlich welche Dr. Hutton ausgeführt hat. Solche Versuche würden bei sorgfältiger Leitung unfehlbar Resultate von großem Werthe, sowohl für die Wissenschaft wie für die Praxis der Artillerie, haben.

2. Ueber die Wirkung der Züge.

Diese Note über die Ursachen der Abweichung der Geschosse und über den Nutzen der Züge soll nicht mehr als einige allgemeine Bemerkungen über diesen Gegenstand enthalten. Dieselben scheinen jedoch wegen der großen Verschiedenheit der Ansichten, welche bei den Verfertigern gezogener Rohre zur Zeit noch vorhanden sind, zweckmäßig zu sein. Folgendes sind 3 Fälle verschiedenen Dralls:

Herr Haddan	nimmt	1	Umdrehung	auf	100 Kaliber
Sir W. Armstrong	"	1	"	"	38 "
Herr Whitworth	"	1	"	"	20 "

Diese große Verschiedenheit ist sehr überraschend. Eine Erläuterung der Sache wird deshalb nicht am unrechten Platze sein.

Da die Züge den Zweck haben, die beim gewöhnlichen Schusse vorkommende Abweichung aus der Richtungslinie möglichst zu vermindern, so sollen zunächst die Ursachen der Abweichung genannt und beschrieben werden. Es sind folgende:

1. der Wind;
2. die Erdumdrehung;
3. der Mangel an Symmetrie des Geschosses um seine durch den Schwerpunkt gehende Längenachse;
4. die Lage des Schwerpunkts vor oder hinter dem geometrischen Mittelpunkte;
5. die Reibung des Geschosses an der Luft;
6. eine nicht horizontale Lage der Schildzapfenachse.

Digitized by Google

Die ersten beiden sind zufällige oder bei allen Rohren gleiche, gegen die sich nichts Anderes thun läßt, als daß man in der Praxis auf ihre Wirkung Rücksicht nimmt. Die dritte, vierte und fünfte sind diejenigen, mit welchen die Einrichtung der Züge zu thun hat.

Wenn die Masse des Geschosses nicht homogen oder seine Gestalt nicht symmetrisch ist, so verursacht der Luftwiderstand Abweichungen aus der richtigen Flugbahn. Liegt ferner der Schwerpunkt hinter dem geometrischen Mittelpunkte, so muß das Geschoß überschlagen. Und wenn letzteres das Rohr mit einer Rotation verläßt, die von den Anschlägen oder der Reibung an der Seelenwand herrührt und der eine bestimmte Richtung nicht gegeben worden ist, so weicht es nach der einen oder anderen Seite ab, je nach den zufälligen Umständen, unter welchen es das Rohr verließ.

In Fig. 22 bedeute AB ein in der Richtung des Pfeils geschossenes Projektil. Ist sein vorderes Ende nicht symmetrisch, sondern wie bei BC gestaltet, so wird es von dem Luftwiderstande offenbar in der Richtung DE Fig. 23 abgelenkt, so daß die auf den Horizont projecirte Flugbahn eine links von DG sich erstreckende Curve würde. Rotirt aber das Geschoß um seine Achse, so wird die Abweichung nach der einen Seite begrenzt, indem das Geschoß von E gegen die Linie DG zurückkehrt. Nun wird im Allgemeinen angenommen, daß diese letztere Bewegung

Fig. 22.

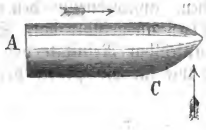
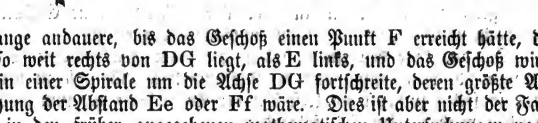


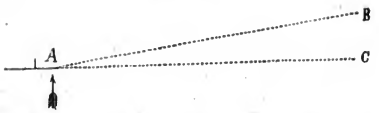
Fig. 23.



so lange andauere, bis das Geschoß einen Punkt F erreicht hätte, der ebenso weit rechts von DG liegt, als E links, und das Geschoß wirklich in einer Spirale um die Achse DG fortschreite, deren größte Abweichung der Abstand Ee oder Ff wäre. Dies ist aber nicht der Fall. Wie in den früher angegebenen mathematischen Untersuchungen nachgewiesen wird, hat die Flugbahn eine viel komplicirtere Form und eine Abweichung, die mit der Entfernung vom Rohre gleichmäßig wächst und deren Richtung von der Richtung der ablenkenden Kraft im Augenblicke ihres ersten Angriffs abhängt. Fig. 24 sei auf den Horizont projecirt und in A das Rohr. Wirkt die ablenkende Kraft auf das Geschoß, wenn es das Rohr verläßt, in einer vertikalen Richtung niederwärts, so wird die Flugbahn im Allgemeinen eine Curve AB, die rechts oder links von AC liegt, je nachdem der Drall links- oder rechts-

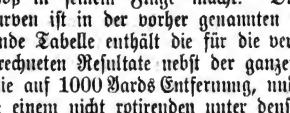
Digitized by Google

Fig. 24.



läufig ist. Wirkt die ablenkende Kraft in der entgegengesetzten Richtung, so wird auch das Geschoß nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt; überhaupt ist, wie immer die ablenkende Kraft beim Austritte des Geschosses gerichtet sei, die Abweichung gegen sie rechtwinklich und gleichmäßig wachsend. Aber die Linie AB ist nicht etwa gerade, sondern eine Curve von doppelter Krümmung, die wenn man sie auf eine vertikale, gegen AC rechtwinkliche Ebene projecirt, sich als eine Reihe cycloidaler Curven (Fig. 25) darstellt, die bei jeder Umdrehung den Abstand des Geschosses von AC um die Länge Aa einer dieser Cycloiden vergrößert. Diese Länge hängt von der Größe der ablenkenden Kraft ab und ihre Anzahl ist der Zahl der Umdrehungen gleich, welche das Geschoß in seinem Fluge macht. Die Formel zur Berechnung dieser Curven ist in der vorher genannten Abhandlung gegeben und die folgende Tabelle enthält die für die verschiedenen darin erwähnten Rohre berechneten Resultate nebst der ganzen Abweichung von der Richtungslinie auf 1000 Yards Entfernung, und zwar bei einer ablenkenden Kraft, die einem nicht rotirenden unter denselben Umständen geschossenen Projektile 10 Yards Abweichung ertheilt haben würde.

Fig. 25.



Bezeichnung des Rohrs.	Stärke des Dralls.	Zahl der Umdrehungen auf 1000 Yards	Breite der Cycloide	Länge der Cycloide.	Ganze Abweichung auf 1000 Yards.
Haddan	1 auf 50 Fuß	60	$^1/_{90}$ Zoll	$^1/_{30}$ Zoll	2,0 Zoll
Armstrong	1 „ 10 „	300	$^1/_{2250}$ „	$^1/_{750}$ „	0,4 „
Whitworth	1 „ 5 „	600	$^1/_{9000}$	$^1/_{3000}$ „	0,2 „

Der ganze Betrag der Abweichung ist selbst bei dem sehr schwachen Drall des Haddan-Rohrs unbedeutend und dies zeigt, daß zur Berichtigung der aus einem Mangel an Symmetrie entstehenden Abweichung der stärkere Drall der Whitworth- und Armstrong-Rohre unnöthig ist.

Digitized by Google

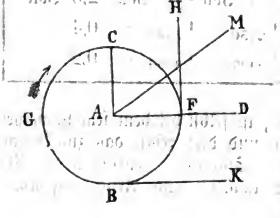
Aber das Rotations-Moment muß hinreichen, die drehende Bewegung des Geschosses bis an's Ende der Flugbahn zu erhalten, und hierzu kann ein stärkerer Drall nöthig werden als der Zweck, die von der ablenkenden Kraft herrührende Abweichung auszugleichen, allein erfordert. Versuche, welche die aus der Reibung des Geschosses an der Luft entstehende, Abnahme der Rotation zeigen, fehlen. Herrn Hadda n's Geschoß macht bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 1300 Fuß 26 Umdrehungen in der Secunde und es ist nicht wahrscheinlich, daß diese Zahl in den wenigen Secunden der Flugzeit selbst bei den größten Schußweiten sehr abnimmt. Dann wäre auch aus diesem Grunde der starke Drall, welchen Herr Whitworth und Sir William Armstrong annehmen, nicht erforderlich.

Der nächste Punkt der Betrachtung ist der Einfluß der Schwerpunktslage vor oder hinter dem Mittelpunkte der Figur. Das Gyroscop liefert ein ausgezeichnetes Mittel, denselben zu erläutern. Wenn ein Gewicht an die Achse des in Rotation befindlichen Apparats gehängt wird, weicht die Achse in dem Sinne der Rotation aus, wenn das Gewicht hinter der drehenden Scheibe wirkt, und umgekehrt.

Die Geschwindigkeit dieser horizontalen Ausweichung der Achse ist um so kleiner, je größer die Rotationsgeschwindigkeit ist. Liegt also in einem rotirenden Geschosse der Schwerpunkt hinter dem Centrum der Figur, so weicht es bei einem rechtsläufigen Drall nach rechts aus, und liegt er davor, nach links; und diese Abweichungen werden um so größer, je kleiner die Rotationsgeschwindigkeit, d. h. je schwächer der Drall ist. Hier stellt sich also der Vortheil eines starken Dralls heraus; man muß aber bedenken, daß diese Abweichung nur von der Lage des Schwerpunkts vor oder hinter dem Centrum der Figur herrührt und nicht eintritt, wenn beide Punkte zusammenfallen.

Die fünfte Ursache der Abweichungen ist die Reibung des Geschosses an der Luft. Es ist klar, daß eine Flüssigkeit welche auf einen in ihr befindlichen und sich rasch drehenden Körper von allen Seiten gleich stark drückt, keine andere Wirkung haben kann als die Rotationsgeschwindigkeit zu vermindern und schließlich zu vernichten, ohne die Lage der Achse A (Fig. 26) zu verändern. Uebt aber z. B.

Fig. 26.



die Flüssigkeit auf der Seite B eine größere Kraft aus als auf C, so wird die Achse eine Bewegung in der Richtung AD, und ist der Druck größer in F als in G, in der Richtung AC annehmen.

Nun treten bei einem rotirenden Langgeschosse beide Bewegungen zusammen. Der Druck der Luft ist immer am größten an der untern Seite und bewegt folglich die Achse in der Richtung des Dralls. Außerdem

Digitized by Google

trifft die Seite F die Luft immer mit der Geschwindigkeit, die aus der Summe der Rotations- und der Fallgeschwindigkeit des Geschosses besteht, während die entgegengesetzte Seite die Luft mit der Differenz dieser beiden Geschwindigkeiten trifft; folglich entsteht ein Rollen des Geschosses aufwärts nach der Richtung FH und seitwärts nach der Richtung BK, was wirklich eine Abweichung nach irgend einer zwischenliegenden Richtung AM zur Folge hat.

Diese bei allen rotirenden Geschossen unvermeidliche Abweichung ist um so größer je stärker der Drall ist, und ändert sich vielleicht nach dem Quadrate der Rotationsgeschwindigkeit, d. h. nach dem Quadrate des Drallverhältnisses. Sie hängt wahrscheinlich zum großen Theile auch von der Art der Züge ab, da sie natürlich bei einer durch die Züge rauh gemachten Oberfläche größer wird.

Die aus der Reibung entstehende Abweichung, wie sie zuletzt beschrieben wurde, findet immer in der Richtung des Dralls statt. Sie kann deshalb durch die gyroscopische Abweichung des Schwerpunktes einigermaßen ausgeglichen werden, wenn man letzteren vor den Mittelpunkt des Geschosses bringt, da dies eine Abweichung im entgegengesetzten Sinne der Drehung verursacht. Die wirkliche Abweichung wird in einem Falle die Summe, im anderen die Differenz beider Abweichungen sein.

Fehler in der Lage der Schildzapfenachse bilden die sechste Quelle der Abweichungen. Da die Visirpunkte in der vertikalen Schußebene liegen, wenn die Schildzapfenachse eine horizontale Lage hat, so werden sie wenn letztere geneigt ist, bei einer Elevation des Rohres einen Winkel mit der Vertikalebene der Seelenachse einschließen. Ist

α der Abweichungswinkel der Seitenrichtung,

ε der Winkel unter welchem die Schildzapfenachse gegen den Horizont geneigt ist, und

Θ die Elevation des Rohrs,

so ist nach der oben erwähnten Abhandlung

$$\text{tang } \alpha = \text{sin. } \Theta \text{ . tang } \varepsilon,$$

woraus man leicht die Abweichung für eine gegebene Schußweite berechnen kann.

Die folgende Tabelle enthält die Seitenabweichungen, die eintreten wenn die Schildzapfenachse um einen Grad aus der horizontalen Lage abweicht.

Elevationswinkel in Graden.	Abweichungswinkel der Seitenrichtung in Minuten.	Schußweite in Yards.	Seitenabweichung in Yards.
35	42	8800	110
10	10½	4000	12
5	5	2300	3½

Digitized by Google

Wenn man bedenkt wie schwer es ist, eine so kleine Neigung wie die von einem Grad mit dem Augenmaße zu entdecken, so sieht man ein, daß die Genauigkeit des Verfahrens irgend ein Mittel verlangt, womit man die Schildzapfenachse richtig stellen kann.

Es mag noch andere Ursachen zu Abweichungen der Geschosse geben, als die hier genannten; aber soweit die obigen Untersuchungen reichen, zeigen sie daß meistens ein sehr mäßiger Drall genügt, und nur dann ein stärkerer erfordert wird, wenn die Lage des Schwerpunktes eine beträchtliche gyroscopische Abweichung bewirken kann.

Es bleibt noch zu betrachten übrig, welche Kraft nöthig ist um eine gewisse Rotationsgeschwindigkeit hervorzubringen, und wie groß die daraus entstehenden Spannungen im Rohre sind.

Es sei P die am Umfange des Geschosses nöthige Kraft,

r der Halbmesser und

w das Gewicht des Geschosses,

v seine Geschwindigkeit in der Richtung der Seelenachse,

n die Länge des Dralls und

s die Länge der Seele.

Dann kann gezeigt werden daß

$$P = \frac{w \cdot \pi \cdot r}{2ngs} \cdot v^2.$$

Die konstante Kraft $P_,$, welche die Geschwindigkeit v in dem Raume s hervorbringen würde, ist

$$= \frac{w}{2gs} \cdot v^2;$$

man hat also

$$P : P_, = \frac{\pi \cdot r}{n} : 1,$$

und wenn man mit m die Anzahl der Kaliber bezeichnet, in der eine ganze Umdrehung liegt, so daß $2mr = n$,

$$P_, : P = 1 : \frac{\pi}{2m} = 1 : \frac{1{,}5708}{m}.$$

Die erhaltenen Wirkungen lassen sich nun vergleichen wie folgt:

$$W_, : W = P_, \cdot 2mr : P \cdot 2\pi r$$

und weil $P_, = P \cdot \frac{2m}{\pi}$,

$$W_, : W = \frac{2m^2}{\pi^2} : 1.$$

Bei Whitworth's großem Rohre ist $m = 20$ und

$$W_, : W = 100 : 1{,}236.$$

Die Kraft P wirkt tangential und rechtwinklig gegen die Achse des Geschosses. Sie kann in zwei andere:

1) eine spannende Kraft welche die Seele zu zerreißen, und

2) eine drehende Kraft welche sie zu zerdrehen strebt,

zerlegt werden, die folgende Werthe haben:

Digitized by Google

die spannende Kraft $= P \cdot \frac{2\pi r}{\sqrt{n^2 + (2\pi r)^2}}$,

die drehende Kraft $= P \cdot \frac{n}{\sqrt{n^2 + (2\pi r)^2}}$.

Bei Whitworth's großem Rohre werden die für die Fortbewegung und Drehung erforderlichen Kräfte, wenn das Geschoß 80 Pfd. wiegt und mit einer Geschwindigkeit von 1300 Fuß in der Secunde das Rohr verläßt, angenähert folgende sein:

	Pfd.
für die Fortbewegung	306900
für die Rotation	3784
für die Reibung des Geschosses in den Zügen, zu $\frac{1}{8}$ des Drucks angenommen	3012
	6796
Ganze Kraft	313696

Es ist also, wenn man die ganze Kraft = 100 setzt, die für die Rotation erforderliche = 2,16.

Hieraus geht hervor, daß selbst bei dem starken Dralle des Whitworth-Rohrs die auf die Drehung verwendete Kraft 2 Procent der ganzen Kraft des Pulvers kaum übersteigt.

Digitized by Google

Die Verhandlungen über die vorstehende Schrift*).

Der Präsident Herr Bidder

eröffnete die Verhandlungen mit der Bemerkung, daß es kaum nöthig sein möchte die Versammlung aufzufordern, dem Verfasser ihre Anerkennung für die höchst interessante Schrift auszusprechen, die so viele Punkte von großer Wichtigkeit berühre und eine Menge von Gegenständen zur Sprache bringe, welche eine genaue Untersuchung verlangen. Da es schwer sein würde, künftig wieder so viele Herren zu versammeln, deren Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Zweige dieser großen, das allgemeine Interesse jetzt so sehr beschäftigenden Frage gelenkt ist, so scheine es wünschenswerth diese Gelegenheit zu benutzen, um möglichst viel Belehrung über die ganze Sache hervorzurufen. Die Schrift handele hauptsächlich von der Anfertigung der Geschützrohre; er hoffe indeß daß auch über die beste Art, die Rohre mit Zügen zu versehen, über die wirksamsten Projektile und über andere Einzelnheiten der Artillerie-Wissenschaft einige Bemerkungen gemacht würden; so wie daß man denjenigen Mitteln nicht minder die Aufmerksamkeit zuwende, welche die Vertheidigung gegen die zerstörenden Waffen des jetzigen Kriegswesens anwenden kann.

Mehre in der Schrift enthaltenen Angaben hätten ihn zuerst in Erstaunen gesetzt. Es sei gesagt, daß der bei der Explosion des Pulvers entstehende Druck 2000 bis 2500 Atmosphären oder 14 bis 17 Tonnen auf den Quadratzoll betrage. Er hätte nicht geglaubt, daß der Druck so groß sei. Doch habe der Verfasser durch die Bestimmung der Pulvermenge, welche zum Zersprengen eines Cylinders von bekannter Festigkeit nöthig ist, die

*) Die Verhandlungen erstreckten sich über fünf Abende. Der Auszug aus denselben ist hier in ununterbrochener Folge gegeben.

Digitized by Google

Angabe bestätigt. Der Präsident habe dieselbe durch die Schnelligkeit welche den vorwärts getriebenen Projektilen mitgetheilt werden muß, geprüft und das Resultat erhalten, daß jene Angabe eher zu gering als zu groß ist. Er glaube in der That, daß der Druck der bei der Verbrennung des Pulvers entstehenden Gase zu 20 Tonnen auf den Quadratzoll angenommen werden kann.

Herr Longridge

sagte, daß es auffallen könne, im Jahre 1860 die Ergebnisse von Versuchen vorzuführen, die im Jahre 1855 angestellt wurden. Es wäre anfangs seine Absicht gewesen, den Gegenstand schon früher dem Vereine vorzulegen; als er aber mit einem der früheren Präsidenten, der nun verstorben sei, darüber gesprochen habe, wäre es von diesem nicht für räthlich gehalten, weil Herr Longridge ein Patent auf das Konstruktions-Prinzip genommen habe und es nun scheinen könnte, als gebrauche er in unzulässiger Weise den Verein als ein Mittel zur Förderung seiner eigenen Absichten. Da er das Richtige dieses Einwandes einsah, enthielt er sich damals jedes weiteren Schrittes in der Sache. Man könnte nun sagen, derselbe Einwand gelte auch jetzt noch; doch er hoffe, daß die Mitglieder ihn von Absichten solcher Art freisprechen würden. Er wisse zu gut, daß höchst begabte Männer eine große Menge von Zeit, Geduld und Geld auf die Bestrebungen, die Kriegswaffen zu verbessern, verwandten und daß sie nach allen diesen Opfern doch wenig Wahrscheinlichkeit eines, ihren Anstrengungen entsprechenden Erfolgs hatten. Er denke deshalb schon lange nicht mehr daran, die Sache kommerziell zu nutzen; und erst nachdem so viele Cylinder hydraulischer Pressen, als man den „Great Eastern" vom Stapel ließ, zersprangen, entschloß er sich die vorliegende Schrift zu verfassen. Er hoffe nun, daß sie nützliche Verhandlungen hervorrufe. Es könnte auch auffallen, daß er der Leistungen Sir William Armstrong's, des Herrn Whitworth und des Herrn Mallet nicht weiter gedacht habe. Er habe es nur aus dem Grunde vermieden, weil er nicht so genaue Kenntniß von denselben besaß, als für eine diesem Vereine vorzulegende Schrift unerläßlich ist. Er konnte sich natürlich nicht direkt an Herrn Armstrong wenden, da er die amtliche Zurückhaltung, welche dieser Herr in seiner Stellung beobachten müsse, kannte; und auf einem anderen Wege mochte er sich jene Kenntniß nicht verschaffen. Nachdem er seine Abhandlung geschrieben, sei eine Beschreibung der Armstrong-Kanone in einem öffentlichen Blatte erschienen. Einige Punkte in dieser Beschreibung ließen ihn vermuthen, daß ihr Verfasser in den technischen Einzelnheiten des Gegenstandes entweder nicht bewandert war, oder damit unbekannt scheinen wollte. Doch enthielt sie eine allgemeine Darlegung des Fabrikations-Verfahrens, welchem der Schreiber vermuthlich beigewohnt hatte, und die einen ziemlich deutlichen Begriff von den Grundzügen der Konstruktion gab. Dieselben scheinen darin zu bestehen, daß die Geschützrohre aus mehren auf

Digitized by Google

einander gelegten koncentrischen Ringen gemacht werden. Die eiserne Stange wird spiralförmig gewunden und dann zusammen geschweißt. Dasselbe Verfahren sei vor vielen Jahren in Frankreich bei der Anfertigung der Reifen von Locomotiv-Rädern mit großem Erfolge angewandt. Herr Longridge habe dasselbe System früher für Kanonen versucht und lege ein Stück eines solchen Rohrs vor; es war aber schwierig, die Schweißungen vollkommen zu machen. Mit den Mitteln welche Sir William Armstrong zu Gebote stehen, sei diese Schwierigkeit wahrscheinlich überwunden; doch besäßen die so hergestellten Cylinder ihre Festigkeit hauptsächlich nach dem Umfange hin, und da die Schildzapfen aufgetrieben werden, wirke der ganze Rückstoß mittelst der Ringe auf sie. Er sei zweifelhaft, ob es möglich sein werde, bei so verfertigten Rohren großen Kalibers die Schweißungen haltbar zu machen; er meine, daß man den Rückstoß durch Eisen welches der Länge nach angelegt sei, auf die Schildzapfen übertragen müsse. Geschähe nicht etwas dieser Art, so möchten die Ringe des Rohrs durch die Erschütterung sich lösen und trennen, wenn auch kleinere Rohre dieser Art gelungen wären. Er habe den Artikel mit Freuden gelesen, weil er ihn überzeugte, daß man jetzt auf den rechten Weg gekommen sei.

Was Herrn Whitworth's Verfahren betreffe, so schien dieser seine Aufmerksamkeit mehr auf die beste Art der Züge, als auf die Stärke der Rohre zu richten. Herr Mallet dagegen war bestrebt, die Anwendung der Reifen im großen Maßstabe durchzuführen. Herr Longridge möchte das nicht als einen Fehler, sondern als einen mißlungenen Versuch bezeichnen; denn das Prinzip, welches Herr Mallet im Auge hatte, war richtig und ein Schritt auf dem rechten Wege. Aber es schlug fehl, weil man der bei diesem Systeme nöthigen Genauigkeit der Dimensionen und der Arbeit nicht die erforderliche Sorgfalt geschenkt hatte. Herr Longridge hatte wegen einzelner Angaben über die Durchmesser der Ringe an Herrn Mallet geschrieben; da letzterer indeß eben an einer, für diesen Verein bestimmten Abhandlung über die Sache arbeitete, zog er es begreiflicherweise vor, nähere Nachrichten zurückzuhalten bis er sie selbst vorlegen könnte.

Vor Beginn der Verhandlungen möchte es räthlich sein, die ausgelegten Gegenstände zu erläutern und die Aufmerksamkeit auf die Diagramme der Spannungen (Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8) zu lenken. Er wolle zuerst von den Bronze-Cylindern, auf welche sich die Tabelle Seite 25 bezieht, so wie von der in Fig. 11 gezeigten Art ihrer Benutzung sprechen. Einer dieser Cylinder ohne Draht wurde bei einer Ladung von 60 Gräns Pulver ausgebaucht; bei einer Fortsetzung des Feuerns mit derselben Ladung würde er ohne Zweifel gesprungen sein. Ein anderer Cylinder mit 4 Drahtumwickelungen wurde mit 200 Gräns Pulver probirt und wiederholt abgefeuert, ohne daß irgend eine Wirkung hervorgebracht wäre. Ein anderer Cylinder mit 2 Drahtumwickelungen wurde zuerst mit 90 Gräns ohne Wirkung abgefeuert; dann wurde der Draht am einen Ende los gemacht und der

Digitized by Google

Cylinder hierauf mit 100 Gräns abgefeuert, wobei er an dem Ende seltsam ausbauchte.

Was die gußeisernen Cylinder anbetrifft, so stellt Fig. 17 den Cylinder mit 10 Drahtumwickelungen dar. Er wurde mit Pulver gefüllt und, nachdem das Ende geschlossen war, wiederholt abgefeuert, ohne daß dies eine Wirkung auf ihn hervorbrachte. Als später der Rand zufällig abgebrochen war, fand man daß die Seite des Cylinders sich von dem oberen Rande getrennt hatte. Letzterer hatte sich nicht ausdehnen können, während der mit Draht bedeckte Theil sich ausdehnte und dadurch ablöf'te. Dies hat jedoch für das Prinzip in seiner Anwendung auf die Artillerie keine Bedeutung. Erwähnenswerth ist die außerordentliche Wirkung, welche das Pulver auf das Gußeisen äußerte. Der Zapfen hatte anfangs genau den Durchmesser des Cylinders; nachdem 6 oder 7 mal abgefeuert war, hatte die Wirkung des Pulvers auf ihn Aushöhlungen von mehr als $^1/_8$ Zoll hervorgebracht.

Der Verfasser war, als er die Abhandlung schrieb, nicht im Stande gewesen, etwas über den wirklichen Betrag der Verschlechterung, welche das Gußeisen im Innern eines Geschützrohrs beim Erkalten erleidet, in Erfahrung zu bringen, und es ist ihm dies auch seitdem nicht gelungen. Doch enthalten die Resultate einiger Versuche, welche der Capitain (jetzt Oberst Sir H.) James der Königlichen Ingenieure*) über die Verwendung des Eisens bei Eisenbahn-Bauwerken gemacht hat, etwas über diesen Punkt. Der Capitain James nahm eine dünne quadratische $^3/_4$ Zoll starke Gußeisenstange und schnitt eine andere Stange von derselben Größe mitten aus dem Innern einer 3 Zoll Quadrat starken. Beide Stangen wurden auf ihre rückwirkende wie auf ihre relative Festigkeit geprüft, und es betrug bei der letzteren Stange die Verringerung der rückwirkenden Festigkeit 43 Procent und der relativen Festigkeit 42 Procent. Herr Longridge wäre überzeugt, daß in einer solchen Metallmasse wie zu einem 68-pfünder Rohre gehört, der Verlust an Festigkeit wenigstens 50 Procent betrage. Ermißt man hiernach den Verlust an Festigkeit bei einem homogenen Cylinder, so erklärt sich das erwähnte Zerspringen der hydraulischen Pressen leicht. Wird die Widerstandsfähigkeit des Gußeisens zu 8 Tonnen auf den Quadratzoll angenommen und Professor Barlow's Formel angewandt, so berechnet sich der Druck welcher den Cylinder einer hydraulischen Presse von 10 Zoll Durchmesser zersprengen würde, zu 5,54 Tonnen auf den Quadratzoll; wäre aber die Festigkeit im Inneren von 8 auf 4 Tonnen vermindert, so würde dieser Druck nur 2,77 Tonnen betragen. Man findet ihn dagegen zu $3^1/_3$ Tonnen, wenn man die genauere Formel von Lamé anwendet, welche nachher von Dr. Hart in seinen Berechnungen für Herrn Mallet und von Herrn C. H. Brooks in seiner Untersuchung für den Verfasser gebraucht wurde, und auf welche auch

*) „Report of Commissioners on Railway-Structures 1849.“ pagt 257.

Digitized by Google

der Professor Rankine durch eine andere Methode *) gelangt. Herr Longridge glaube daß diese Formel die genauste, bis jetzt gefundene sei. In der Abhandlung welche der Versammlung vorliege, sei des Professor's Barlow Formel erwähnt, weil er der erste war welcher die Ursachen der Schwäche der hydraulischen Pressen nachwies. Er halte aber die Untersuchung des Professor's Barlow nicht für ganz richtig; der hauptsächlichste Fehler derselben liege in der Annahme, daß die Durchschnittsfläche des Cylinders eine konstante Größe bleibe. Die Gleichungen müßten aber berücksichtigen, in wie weit das Eisen durch die auf dasselbe wirkende Kraft zusammengedrückt wird.

In Fig. 2 sind die Spannungs-Verhältnisse der Theile eines homogenen, einem inneren Drucke ausgesetzten Cylinders nach der richtigen Formel durch die Linie HI, nach Barlow's Formel durch die Linie Hi, folglich die ganze Festigkeit durch die Fläche der Curven GHIF oder GHiF, je nach der einen oder anderen Formel, dargestellt. Das was erreicht werden soll, ist nun: daß die Partikel in G, K, F in demselben Momente bis zu demselben, durch GH bezeichneten Maße gespannt werden. Das einzige Mittel dies zu erreichen, war, die Theile zwischen G und N von Haus aus in einen Zustand der Kompression zu versetzen. Die Curve LNM giebt die Spannungs-Verhältnisse der Partikel vor der Explosion an. Was alsdann bei der Explosion eintritt, kann folgendermaßen beschrieben werden: L wird bis H und jeder Punkt zwischen G und F zu einer solchen Spannung gehoben, wie der Abstand von der Linie HO angiebt. Als Maß der ganzen Festigkeit erscheint die Fläche LHOMNL, welche dem Rechtecke GHOF gleich ist. Dies war der von der Theorie vorgezeichnete Weg, das stärkste Rohr zu erhalten.

Bei der Anwendung von Reifen (Fig. 3, 4 und 5, in denen die schattirten Theile unter der Mittellinie Zusammendrückung und die darüber Spannung anzeigen) brachte der zweite, mit der richtigen Spannung angelegte, Reif A_2 den inneren A_1 in einen Zustand der Zusammendrückung, aber an der Vereinigung der Reifen trat ein plötzlicher Wechsel ein. Das Anlegen des dritten Reifen A_3 bewirkte eine stärkere Zusammendrückung des inneren A_1 und brachte den zweiten A_2 beinahe auf die normale Linie, während der dritte A_3 in Spannung war. Sobald der vierte Reif angelegt wurde, kam der erste in eine noch größere Kompression, der zweite gleichfalls und die Spannung des dritten A_3 wurde vermindert. Der von innen wirkende Druck soll nun den Inbegriff aller Reifen auf den äußersten Grad ihrer Spannung bringen können. Er thut dies aber, wie Fig. 6 zeigt, nur in Betreff der inneren Fläche der Reifen, die er gleichmäßig auf 12 Tonnen spannt. Bei den äußeren Flächen ist das jedoch nicht der

*) Manual of Applied Mechanics. pag. 293.

Digitized by Google

Fall, weil jeder Reif homogen, also dem in Fig. 2 gezeigten Gesetze unterworfen ist. Die Spannungs-Verhältnisse werden vielmehr durch die Reihe von Curven ab, od u. s. w. dargestellt, so daß die Festigkeit überhaupt um die Größe aller der Flächen abc, cde u. s. w. kleiner als das Rechteck Ca . CD ist. So würde es sein, wenn das Rohr aus genau nach der Theorie gearbeiteten Reifen zusammengesetzt wäre; nimmt man aber an, daß der vierte Reif — bei einem 8zölligen Geschützrohre — um $^1/_{500}$ Zoll zu klein ist, so bekommt man die in Fig. 7 und 8 gezeigten Resultate: die anfängliche Spannung des äußeren Reifen B_4 ist größer geworden, während diejenige des zweiten verkleinert und die anfängliche Zusammendrückung des inneren Reifen vergrößert wurde. Wirkt nun der Druck von innen, so wird an der inneren Fläche des äußeren Reifen die ganze Spannung, bei der des nächsten ungefähr die halbe, bei der folgenden ein Drittel in Anspruch genommen und der innere fast gar nicht gespannt. Es entsteht mithin selbst bei einem Fehler von $^1/_{500}$ Zoll ein bedeutender Festigkeitsverlust. Dies Beispiel zeigt, daß wenn man die Festigkeit eines homogenen Cylinders von Schmiedeeisen = 100 setzt, die eines aus Reifen in richtiger Weise zusammengesetzten auf 191 vergrößert, bei einem Fehler von $^1/_{500}$ Zoll in dieser Konstruktion aber wieder auf 110 vermindert wird. Wären dagegen alle Reifen ihrer vollen Spannung fähig, so würde die Festigkeit 218 oder nahe das $2^1/_4$fache von der Festigkeit des homogenen Cylinders sein. Und dies war es, was Herr Longridge mit Draht zu erreichen suchte, der in jeder Beziehung mit sehr zahlreichen und dünnen Reifen gleichbedeutend ist, so daß jeder Punkt fast auf die äußerste Spannung, welche der Drath erträgt, gebracht werden könnte. Er wollte auch zeigen, daß der Draht nicht allein mit der größten Leichtigkeit genau in der von der Theorie angegebenen Weise angewendet werden kann, sondern daß er auch das stärkste der bekannten Materialien ist. Ein Stück Eisen, welches in Stangenform einer Spannung von 20 Tonnen auf den Quadratzoll widersteht, trägt 40 Tonnen wenn es zu dünnem Drahte verarbeitet ist, und Stahldraht hat 120 bis 130 Tonnen auf den Quadratzoll getragen. Er hoffe daß seine Versuche, obgleich sie nur in kleinem Maßstabe angestellt wurden, für werthvoll gehalten würden, indem sie dasjenige bestätigten was die Theorie auffand. Er habe einen so festen Glauben zu dieser Theorie, daß er nicht zaudern würde nach derselben zu arbeiten.

Die vorliegende Frage erinnere ihn an den Gang, welchen die Vervollkommnung bei der Konstruktion der Träger nahm. Zuerst gebrauchte man einfache Balken von Gußeisen; dann gab Tredgold die doppelte T Form an, welche die Festigkeit sehr vermehrte. Eaton Hodgkinson folgte, indem er die Form der Balken angab, welche nach der Theorie die beste ist. Darauf wurde das Stabeisen als ein neues und stärkeres Material eingeführt, dessen Verwendung in der Britannia-Brücke zu einer hohen Stufe der Entwickelung gelangte.

Digitized by Google

Bei allen diesen Fortschritten befolgte man die Vorschriften der Theorie, und so hoffe er daß dasselbe auch bei den Geschützrohren geschehe. Er betrachte die Rohre von Armstrong und Whitworth als Schritte auf dem richtigen Wege. Es werden dabei Reifen angewandt; aber er sei zweifelhaft, ob diese mit der Sorgfalt in Bezug auf die Spannung angelegt werden können, welche die Theorie verlangt. Doch sei es ein Schritt vorwärts, und er bezweifele nicht daß weitere Verbesserungen gemacht, und daß binnen einigen Jahren der Werth des von ihm befürworteten Konstruktions-Prinzips und die Anwendbarkeit des Drahts vollständig anerkannt würden.

Herr Alfred Longsdon

wünschte die Umstände zu erklären, die bei dem Zerspringen des Krupp'schen Rohrs in Woolwich 1853, wovon in der Abhandlung die Rede sei, obwalteten. Diese Erläuterung sei man Herrn Krupp schuldig, weil eine falsche Vorstellung von Gußstahl und von seiner Anwendung zu Geschützrohren entstehen könnte, wenn die Ursachen des Zerspringens nicht klar vorlägen. Das Rohr welches in Woolwich zersprang, war für eine gewöhnliche 68-Pfünder Rundkugel bestimmt; bei der Probe aber gebrauchte man ein 259 Pfd. schweres Geschoß, welches noch dazu ein Expansionsgeschoß war, da man auf dem Ende einen schmiedeeisernen Ring von einem V förmigen Durchschnitt angebracht hatte. Als die Explosion des Pulvers eintrat, zerbrach dieser Ring und wurde längs des Geschoßkörpers vorwärts getrieben, wobei er das Gußeisen 6 bis 8 Zoll weit zerschnitt. Diese abgeschnittenen Stücke des Geschosses mit den Stücken des zerbrochenen Ringes verkeilten das Geschoß im Rohre ungefähr am Zapfenstücke vollständig, und die natürliche Folge war daß die Gase, da sie nicht entweichen konnten, das Rohr zersprengten. Das Geschoß wurde nicht durch das Rohr getrieben, sondern mit dem abgerissenen Mundstücke vorwärts gegen den Scheibenberg geworfen, aus dem abgerissenen Ende ausgestoßen und über den Scheibenberg fortgeschleudert. Offenbar war das Geschoß ganz und allein Schuld an dem Zerspringen des Rohrs, und dem Metalle des letzteren kann kein Vorwurf gemacht werden. Dieser Gußstahl sei für Geschützrohre besonders geeignet, er werde jetzt von anderen Regierungen probirt und Herr Krupp habe eine sehr große Anzahl, namentlich gezogener Rohre geliefert, ohne daß eines zersprungen wäre. Als ein Beweis für die Zähigkeit des Stahls könne erwähnt werden, daß ein 12pfünder Haubitzrohr von Herrn Krupp nach Woolwich geschickt war, um so stark als möglich probirt zu werden; ungeachtet es ganz bis zur Mündung mit Pulver, Kugeln und Granatstücken gefüllt wurde, konnte man es nicht zersprengen. Es wurde mit der durch den Rückstoß abgeschlagenen Bodenverstärkung zurückgeschickt; die Kraft der Explosion hatte das Rohr hoch in die Luft geworfen.

Digitized by Google

Herr C. H. Gregory, Vice-Präsident,

wollte, da er zwei oder drei Jahre Mitglied der Artillerie-Prüfungs-Kommission gewesen sei, einige Bemerkungen über die vorliegende Abhandlung machen. Wenn er mit dem Verfasser in einigen Punkten, sowohl was die praktischen Einzelnheiten, als was die angedeutete Untüchtigkeit der Artillerie-Prüfungs-Kommission anbetreffe, nicht übereinstimme, so müsse er doch die Vortrefflichkeit der Abhandlung, in welcher wie er glaube einer der wichtigsten Grundsätze für die Anfertigung großer Geschützrohre entwickelt sei, anerkennen. Er stimme mit der ausgesprochenen Ansicht überein, daß es bei einem homogenen Materiale, wie gegossenes Metall oder in großen Massen geschmiedetes Stabeisen nicht möglich sei, in einem großen Rohre die äußerste Festigkeit zu gewinnen, und er glaube daß es eine wichtige Verbesserung wäre, große Rohre nach dem Prinzipe herzustellen, welches der Verfasser so gut erläuterte. Aber hinsichtlich der Art wie man dies Prinzip praktisch anwenden soll, stimme er nicht ganz mit Herrn Longridge überein. Vielleicht könne er seine Ansicht am besten deutlich machen, wenn er auf einige Fälle hinweise, welche ihm als Mitglied der Artillerie-Prüfungs-Kommission dienstlich bekannt wurden. Bald nach Ausbruch des Krieges mit Rußland kamen Elemente aus dem Civil in die Kommission. Außer ihm selbst und einem anderen Ingenieur wurden der Professor der Mathematik an der Königlichen Militär-Akademie, der Chemiker der Artillerie und ein anderer in den physikalischen Wissenschaften ausgezeichneter Herr zu Mitgliedern derselben ernannt. Es waren also offenbar für alle Fälle hinreichende Kräfte vorhanden, um die militärischen Mitglieder der Kommission bei ihren Beschlüssen zu unterstützen. Jetzt bestehe die Prüfungs-Kommission indeß ausschließlich aus militärischen Mitgliedern.

Der Gedanke, die Geschützrohre aus Reifen, die auf Stangen gelegt wurden, zu verfertigen, sei nicht neu; einige der ältesten Rohre wären so gemacht, obgleich ohne Zweifel in Unkenntniß des in der Abhandlung erörterten Prinzips und ohne daß man diesen Beweggründen irgend eine Aufmerksamkeit zugewandt hätte. Wenn er nicht ganz des Verfassers Meinung theile, daß Civil-Ingenieure mehr als Artillerie-Officiere befähigt wären, sich mit Entwürfen von Geschützrohren abzugeben, so möchte dies zum Theil den Grund haben, daß jenes Prinzip zuerst durch einen Artillerie-Officier — den Capitain Blakely —, welcher sich mit der Sache wohl mehr als Herr Longridge praktisch beschäftigt habe, zu seiner Kenntniß kam. Die Gestalt des ersten Rohrs des Capitains Blakely sei in Fig. 9 angegeben. Als Hr. Gregory dies Rohr zuerst sah, wagte er vorher zu sagen daß es am Bodenstücke nicht halten würde; und er gab anheim, der Capitain Blakely möge lieber ein Rohr machen dessen Boden wahrscheinlich haltbar genug sei, als sich der Gefahr des Mißlingens aussetzen. Der Boden jenes Rohrs wurde herausgestoßen. Er räume ein daß die Prüfungs-Kommission, wie ihr Bericht zeigte, das bei dem

Digitized by Google

Rohre angewandte Prinzip nicht sogleich verstand; aber sie wurde nachher ihren Irrthum gewahr, und war wie er glaube geneigt, die Vorzüge des Prinzips anzuerkennen. Wenn der Officier welcher es förderte, nicht die erwartete Ermuthigung erhielt, so rührte dies von dem Glauben Seitens einiger Mitglieder der Prüfungs-Kommission her, daß die Sache nicht neu sei. Aber die Frage nach der Priorität der Erfindung liege dem Vereine jetzt nicht vor, er wolle deshalb nur sagen, daß derjenige welcher sie in praktischer Weise zuerst einführte, den größten Dank und eine Belohnung vom Staate verdiene. Als das Rohr des Capitains Blakely der Kommission vorlag, zeigte und erklärte Herr Longridge ihm eine Zeichnung des Entwurfs Fig. 12. Er wies alsbald darauf hin daß dies Rohr wahrscheinlich mißlingen werde, weil die Festigkeit des Bodens mangelhaft und in der Längenrichtung keine Festigkeit vorhanden sei; und dies wären bei einem Rohre das einer starken Probe unterworfen werden solle, wichtige Erwägungen. Es wurde angegeben daß das Rohr zersprang, weil es nicht zweckmäßig probirt wäre, da man den Boden gegen eine feste Widerlage hätte stützen müssen; er wende dagegen ein, daß das Rohr die gehörige Probe ohne Stütze aushalten müsse. Er habe, während er die Vortrefflichkeit des Prinzips anerkannte, Herrn Longridge gesagt, daß dasselbe Prinzip der Prüfungs-Kommission schon in einer praktischeren Form vorläge. Er machte darauf aufmerksam, daß die Art wie das Prinzip angewendet war, obgleich sie theoretisch vollkommener als diejenige des Capitains Blakely sei, dem Einwurfe ausgesetzt wäre, daß man über die richtige Spannung der Drahtumwickelungen keine Gewißheit habe. Er bemerkte auch daß es schwierig sein würde, den Draht vor Beschädigungen zu schützen, da kein Mittel vorhanden zu sein schien, die Abwickelung des ganzen Drahts zu verhindern, wenn derselbe irgendwo gerissen wäre oder das Ende sich gelöst hätte. Das theoretisch nicht so vollkommene Verfahren, Reifen oder Röhren ein über einander zu treiben, wäre den Mängeln der Fabrikation oder späteren Beschädigungen weniger ausgesetzt. Bei der Anwendung des Drahts werde es schwierig sein, die Festigkeit in der Länge und am Boden zu erreichen, was wesentliche Bedingungen der Haltbarkeit des Rohrs sind. Bei den Reifen oder Röhren könne der Boden mehr zu einem Theile des Rohrs selbst gemacht, die Festigkeit in der Längenrichtung besser erreicht werden. Diese Ansicht werde durch das Armstrong-Rohr, welches einen starken und sicheren Boden habe, bestätigt. Die Einzelnheiten in Betreff dieses Rohrs wären nicht mehr geheim, was theils von den durch die Journale veröffentlichten Beschreibungen, theils von der Angabe Sir W. Armstrong's selbst herrühre. Man breche mithin das Vertrauen nicht, wenn man die Meinung äußere, daß die Konstruktion jenes Rohrs mit einigen Abweichungen auf den vom Capitain Blakely vertretenen Grundzügen beruhe, und daß Sir W. Armstrong durch sehr sinnreiche Kombinationen ein starkes Rohr mit einem haltbaren Boden geschaffen habe. Des Herrn Mallet unter dem Namen des Mouster-

Digitized by Google

Mörsers bekanntes Rohr sei theilweise nach demselben Prinzipe verfertigt, aber auch hier sei die Schwierigkeit den Boden haltbar zu machen eingetreten. Herr Mallet scheine die ungeheure Gewalt der Pulvergase zu gering anzuschlagen. Er wende eine Verbindung von Ringen an und halte den Boden an dem Mundstücke durch eine Anzahl schmiedeeiserner Längenstangen, welche der Explosion einer vollen Ladung nicht angemessen zu sein schienen. Des Herrn Whitworth's Rohr scheine (nach der Beschreibung in den Journalen und den Angaben im Unterhause) dem Sir W. Armstrong's einigermaßen ähnlich verfertigt zu sein. Das wären also drei oder vier der am meisten genannten neuen Rohre, bei welchen der Werth des in der Abhandlung vertretenen Prinzips praktisch anerkannt wurde.

Herr Longridge habe auf mehre gezogene Rohre, die zersprungen wären, hingewiesen. Man müsse nicht vergessen, daß man einige dieser Rohre auf ein größeres Kaliber ausgebohrt hatte, als wofür ihre Stärke ursprünglich bestimmt war, und daß insofern die Versuche nicht maßgebend waren. Mehre Lancaster-Rohre, die ihre Bomben zuweilen mit großer Genauigkeit schossen, während dieselben ein andermal weit auseinander flogen, zersprangen. Er schreibe diese Resultate dem Umstande zu, daß die Achsen des Geschosses und der Seele nicht zusammenfielen, was zu Klemmungen und zum Zerspringen des Rohrs führen konnte. Was diejenigen Rohre betreffe welche zersprangen, nachdem sie nach Herrn Whitworth's System gebohrt waren, so glaube er daß die Geschosse aus hartem Metall genau in die Polygonal-Bohrung passend gemacht waren. Diese Einrichtung könnte sehr gut sein, so lange die anschließende Oberfläche glatt wie ein Maschinentheil und die Arbeit so genau ist, als Herrn Whitworth's Werkstätte sie liefert. Wenn man aber weniger gute Fabrikate gebrauchen muß oder wenn die Bohrung unrein wird, so möchte ein eng anschließendes Geschoß von hartem Metall in einem gezogenen Rohre zerstörend wirken. Er wolle nicht sagen, daß man dies bei einem nach des Capitains Blakely Prinzipe verfertigten Rohre nicht überwinden könnte; aber es sei jedenfalls eine stark vergrößerte Anforderung an das für eine glatte Bohrung vielleicht haltbare Gußeisen.

Es sei nicht nöthig, daß er alle Handlungen der Prüfungs-Kommission vertheidige. Er glaube daß sie gute Dienste geleistet und gute Erfindungen eher gefördert, als ihnen, wie einige getäuschte Erfinder zu glauben schienen, Hindernisse in den Weg gelegt habe. Als er zuerst Mitglied der Kommission wurde, kamen wöchentlich etwa dreißig Erfindungen zur Berathung. Das machte sehr viel Arbeit, und es wäre zu entschuldigen, wenn bei der Beurtheilung gelegentlich Irrthümer vorgekommen wären. Wenn Sir W. Armstrong's Rohr nicht mit der Schnelligkeit, welche einige für nöthig hielten, empfohlen wurde, so solle man bedenken, daß die Kommission eine schwere Verantwortung getroffen hätte, wenn sie zu einer solchen Umwälzung ohne sorgfältige Versuche verleitet hätte. Man fühlte, daß bei einer so wichtigen Sache die Ver-

Digitized by Google

änderung allmälig vorgenommen werden müsse. Die Kommission habe es, wie er meine, an der schuldigen Unterstützung nicht fehlen lassen, nachdem sie die erstaunlichen Eigenschaften des Rohrs erkannt hatte, obgleich nicht sie es war, die zu seiner Annahme in der Ausdehnung rieth, in welcher jetzt sein Gebrauch beschlossen worden sei.

Als Civil-Ingenieur wolle er nicht gern die Fähigkeiten seines eigenen Standes unterschätzen; aber er müsse seine Meinung aussprechen, daß der Artillerie-Officier welcher die Geschütze gebrauche, zum erfolgreichen Entwerfen von Geschützrohren eine Befähigung besitze, die ein Civil-Ingenieur wohl nicht haben könne. Er glaube nicht, daß ein Artillerie-Officier ein solches Geschoß vorgeschlagen haben würde, wie das welches Herr Longridge als die Ursache des Zerspringens eines seiner Rohre anführte. Diejenigen welche die Geschütze gebrauchten, dächten oft an wichtige Punkte, welche der Aufmerksamkeit auch der wissenschaftlichsten und praktischsten Civil-Ingenieure entgehen würden.

Was die Prüfungs-Kommission anbetreffe, so hoffe er die dienstliche Rücksicht nicht zu verletzen, wenn er sage daß Erfindungen mehrfach an sie gelangten, weil irgend ein Einfluß die Regierung vermogt hatte, die Gutachten der Kommission bei Seite zu setzen. Es könne wie er glaube nachgewiesen werden, daß tausende — vielleicht könnte er fast sagen hunderttausende — von Pfunden verschwendet wurden, um auf öffentliche Kosten Erfindungen zu prüfen, welche die Kommission als gänzlich werthlose bezeichnet hatte und die sich nachher als solche erwiesen. In dem Wunsche, eine Verschwendung der öffentlichen Mittel zu vermeiden und bei der Menge von Erfindungen, über welche ihre Entscheidung in Anspruch genommen wurde, könnte die Prüfungs-Kommission zuweilen Irrthümer begangen haben; sie habe aber viele wichtige Verbesserungen angeregt und gefördert, und er glaube daß sie das Vertrauen der Regierung und den Dank des Landes verdiene.

Herr Capitain Blakely von der Königl. Artillerie

schätzte die wohlwollende Erwähnung, welche man von seinen Bemühungen um die Verbesserung der Geschützrohre gemacht habe; meinte aber, es sei zu viel Gewicht auf den Umstand gelegt, daß er in der Einführung des Prinzips bei den betreffenden Behörden Herrn Longridge etwas zuvorgekommen sei. Es wäre hinreichend bekannt, daß zur selbigen Zeit (1855) Herr Mallet dieselbe allgemeine Theorie der Königl. Irländischen Akademie vorlegte *). Ueber die Art wie dieselbe auszuführen sei, hatten Herr Mallet und er etwas andere Ansichten als Herr Longridge. Da die Anwendung des Drahts schon vollständig beschrieben sei, wolle er seine Bemerkungen hauptsächlich auf die Ansichten beschränken, von denen Herr Mallet und er selbst ausgingen.

*) Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXIII. part I. pag. 141. 4to. Dublin 1856.

Digitized by Google

Sie wollten ein Rohr aus koncentrischen Cylindern, von denen jeder den unter ihm liegenden ein wenig zusammendrückt, bilden und sich auf diese Weise der theoretischen Vollkommenheit, welche ohne Zweifel mittelst des Drahtes besser als mittelst irgend eines andern Materials erreicht werden kann, nur annähern. Herr Mallet und er waren, wie es scheint, nur in einem Punkte, und noch dazu in einem unwesentlichen, verschiedener Meinung. Der erstere wollte durchaus nur Schmiedeeisen verwenden, während er selbst für das Innere des Rohrs dem Stahl oder Gußeisen den Vorzug gab. Er spreche von einer Einrichtung die vor sechs Jahren, als man nur gußeiserne Geschosse gebrauchte, vorgeschlagen wurde; die Einführung eines Bleimantels bei den Projektilen setze seinen Einwurf gegen die schmiedeeiserne Seelenwand der Geschützrohre etwas herab. Das Rohr des Armstrong-Geschützes sei ein Beispiel der von Herrn Mallet empfohlenen Konstruktionsart. Jeder der die Anweisung, welche letzterer in seinem Buche *) gegeben hat, befolge, könne kaum fehlen ein Rohr wie das der Armstrong-Kanone zu machen.

Er habe ein paar Versuche mit gußeisernen Seelenwänden gemacht. Von dem ersten als demjenigen, bei welchem der Boden ausgestoßen wurde, sei schon die Rede gewesen. Das Rohr war als ein 18pfündiges konstruirt, sehr dünn, und es sollte die 18pfündige Kugel mit 3 Pfd. Pulver schießen. Nachdem eine geraume Zeit verflossen war, ohne daß er auf sein Gesuch, daß das Rohr in Woolwich geprüft werde, eine Antwort erhielt, probirte er es selbst mit Hülfe des Vorstandes der Butterley-Eisen-Compagnie. Er fand dabei, daß es ein vortrefflicher leichter 18Pfünder war. Obgleich es nur 15 Centner wog, konnte es mit Sicherheit die 18-Pfünder-Kugel mit 4 Pfund Pulver schießen. Es wurde dann auf das 24pfündige Kaliber ausgebohrt (Fig. 9), wonach das Gußeisen nicht mehr als $^1/_4$ Zoll dick blieb. Die richtigen Verhältnisse mußten, indem man den Durchmesser der Bohrung so vergrößerte, nothwendigerweise verloren gehen, aber er wollte feststellen, wie weit man die Dicke des Metalls mit Sicherheit verringern könne. In diesem Zustande befand sich das Rohr, als endlich die Erlaubniß daß es in Woolwich probirt werden könne, ertheilt wurde. Dort wurde es mehremale abgefeuert, erst mit 4 Pfund Pulver und einer 24pfündigen Kugel, der stärksten Ladung die es seiner Erwartung nach ertragen sollte; dann mit allmälig vergrößerten Pulverladungen, und zuletzt dreimal mit 8 Pfd. Pulver und einer 24pfündigen Kugel. Es zersprang natürlich, wie man erwartet hatte, und genau an der von Herrn Gregory im Voraus bezeichneten Stelle. Während dieser Versuch vor sich ging, wurde das Rohr Fig. 10 verfertigt. Es war einfach ein vom Boden bis zu den Schildzapfen cylindrisches gußeisernes Rohr, auf das drei

*) On the Physical Conditions involved in the Construction of Artillery. By R. Mallet.

Digitized by Google

schmiedeeiserne Reifen aufgetrieben waren, deren Spannung nicht sehr genau bestimmt wurde. Doch zeigte sich dieses Rohr als eins der stärksten die je gemacht sind. Um einen vergleichenden Versuch zu haben, ließ die Artillerie-Prüfungs-Kommission Schuß um Schuß aus diesem, aus einem gußeisernen und einem Bronze-Rohre desselben Kalibers schießen. Diese Versuche fanden zu Shoeburyneß 1855 und 1856 statt und erstreckten sich über einen Zeitraum von 19 Monaten. Das Resultat zeigte, daß sein Rohr etwa in dem Verhältnisse von 7:1 dauerhafter als das gußeiserne, und ungefähr in dem von 3:1 dauerhafter als das Bronze-Rohr war. Die Tabelle Seite 22 enthält genau die Anzahl der Schüsse. Rohre nach diesem Modelle würden von einfacher Konstruktion und für viele Zwecke, namentlich für gezogene Schiffs-Kanonen nützlich sein. Das Resultat des eben mitgetheilten Versuchs veranlaßte den Lord Paumure, damals Staats-Secretär des Krieges, zu befehlen daß ein 68pfündiges und ein 10zölliges Rohr in Woolwich angefertigt und das Prinzip ferner geprüft werde, und jetzt sei er so glücklich sagen zu können, daß eine große Anzahl gleichartiger Rohre für die Königliche Flotte gemacht wird. Er wünsche aber, indem er dies System vertheidige, nicht mißverstanden zu werden; er stimme völlig damit überein, daß eine größere Stärke durch die Anwendung des Drahts als auf irgend eine andere Weise erreicht werden kann. In der That, wenn man Monster-Rohre haben müsse — z. B. Mörser welche Bomben von einigen Tonnen Gewicht auf eine Entfernung von mehren Meilen werfen — so müsse man seine Zuflucht zu dem Drahte nehmen. Er glaube daß solche Rohre auf diese Weise gemacht werden könnten, während er es bei jedem andern Systeme bezweifele.

Herr Baſhley Britten

sagte: einer der in der Abhandlung genannten Gründe, weshalb eine bessere Methode der Geschützrohr-Fabrikation aufgefunden werden müsse, wäre daß für gezogene Rohre und Langgeschosse ohne Spielraum das Gußeisen nicht haltbar sei. Es sei behauptet daß alle gußeisernen Rohre, welche in England mit Zügen versehen wurden, ohne eine einzige Ausnahme gesprungen wären, bevor die mit ihnen vorzunehmenden Versuche beendet waren. Diese Angabe könne zu falschen Vorstellungen verleiten. Dagegen sei zu bemerken daß es den Franzosen gelang, eine große Anzahl alter eiserner Rohre in gezogene umzuwandeln. Diese Thatsache beweise daß Gußeisen ein besseres Material sei, als wofür man es gemeiniglich halte. Er gebe auf diesen Punkt Acht, weil er seit vielen Jahren bestrebt war, den Werth des vorhandenen Vorraths von Geschützrohren dadurch, daß sie in gezogene umgewandelt würden, zu erhöhen. Er habe während der letzten sechs Jahre eine ansehnliche Menge von Versuchen zu Shoeburyneß ausgeführt und wolle das Wesentliche derselben angeben. Er habe überhaupt sieben Rohre probirt, die ganz aus Gußeisen bestanden. Fünf derselben waren

Digitized by Google

gewöhnliche, auf keine Weise verstärkte Dienst-Rohre. Man hatte sie auf eine Drehbank gelegt und fünf flache, $^1/_{16}$ Zoll tiefe Züge in die Seele eingeschnitten. Zwei dieser Rohre waren 17 Centner schwere Feld-9-Pfünder, zwei 56 Centner schwere 32-Pfünder und eins war ein 95 Centner wiegender 68-Pfünder. Es geschahen aus den 9-Pfündern 54, aus den 32-Pfündern 181 Schüsse mit schweren Bomben und starken Pulverladungen, und aus dem 68-Pfünder 26 Schüsse mit Bomben, die 90 bis 100 Pfd. wogen und fast 8 Pfd. Sprengladung fassen konnten. Bis jetzt sei keins der so unveränderten Rohre gesprungen oder beschädigt. Die Züge dieser Rohre machten es möglich, statt der kugelförmigen Geschosse konische zu schießen, die im Allgemeinen 50 Procent schwerer als die gewöhnlichen Vollkugeln, dabei aber Hohlgeschosse waren, welche dreimal so viel Sprengladung faßten als die sphärischen Bomben. Die gezogenen Rohre schossen diese Hohlgeschosse bei 10° Elevation um mehre hundert Yards weiter, als die Schußweite der nicht gezogenen Rohre betrug. Die Resultate einiger Versuche mit den glatten und gezogenen 32-Pfündern sind in folgenden Tabellen enthalten:

Gezogenes 32-pfündiges gußeisernes Dienst-Rohr
(unverstärkt)
Gewicht $55^3/_4$ Centner, Kaliber 6,41 Zoll.
Projektil: Gewicht 49 Pfd., Durchmesser 6,33 Zoll.
Pulverladung 6 Pfd.

Elevation $4^1/_2$°				Elevation 10°			
Rücklauf.		Weite des ersten Aufschlags	Abweichung aus der Schußlinie.	Rücklauf.		Weite des ersten Aufschlags	Abweichung aus der Schußlinie.
Fuß	Zoll	Yards	Yards	Fuß	Zoll	Yards	Yards
9	7	2026	in Linie	8	9	3530	3 links
9	7	2125	$5^1/_3$ rechts	8	9	3556	5 rechts
9	9	2100	2 links	8	10	3690	6 links
9	4	2078	2 rechts	8	10	3560	4 rechts
9	3	2063	$5^1/_3$ links	9	1	3665	in Linie
				9	2	3570	1 rechts

Digitized by Google

Glattes 32-pfündiges gußeisernes Dienst-Rohr.
Gewicht 56 Centner, Kaliber 6,41 Zoll.
Gewöhnliche 32 Pfd. schwere Vollkugel.
Pulverladung 10 Pfd.

Elevation $5\frac{3}{8}^{0}$				Elevation $10\frac{3}{8}^{0}$			
Rücklauf.		Weite des ersten Aufschlags	Abweichung aus der Schußlinie.	Rücklauf.		Weite des ersten Aufschlags	Abweichung aus der Schußlinie.
Fuß	Zoll	Yards	Yards	Fuß	Zoll	Yards	Yards
9	9	2030	6 links	9	0	2768	24 rechts
9	8	1969	$8\frac{1}{3}$ rechts	9	0	2751	34 rechts
9	5	2021	9 rechts	9	6	2802	22 links
9	5	1885	10 links	9	5	2676	17 rechts
9	4	1980	36 rechts	9	3	2665	14 rechts
9	6	1980	in Linie	9	6	2768	40 links

Es ergiebt sich hieraus, daß das glatte Rohr mit 10° 22′ Elevation bei einer Schußweite von nur 2724 Yards Unterschiede in der Genauigkeit des Schusses hatte, die im Mittel 23 Yards von der Schußlinie erreichen, während bei dem gezogenen Rohre mit 10° Elevation auf eine Schußweite von 3562 Yards diese Abweichung nur $3\frac{2}{3}$ Yards beträgt.

Diese Thatsachen liefern eine praktische Widerlegung der Behauptung, daß die gußeisernen Rohre nicht gezogen werden könnten. Er glaube daß in Woolwich, auf der Flotte und den verschiedenen Stationen im Lande und in den Kolonien nicht weniger als vierzehn oder fünfzehn tausend dieser Rohre seien. Wenn dieselben nicht einigermaßen zu dem was die Artillerie jetzt verlange, verbessert werden könnten, so müßten sie ohne Zweifel zu beliebigem Preise weggegeben und durch künstlichere und theurere ersetzt werden. Er wage jedoch zu behaupten, daß alle diese Rohre nicht allein gezogen werden könnten, sondern hierzu eine Verstärkung nicht schlechterdings erfordern. Sie könnten in der schon angegebenen Art verstärkt werden, und vielleicht sei es räthlich dies zu thun, weil man bei stärkeren Rohren schwerere Projektile anwenden könne. Aber er meine, daß man sie erst mit Zügen versehen und dann, falls es wünschenswerth erschiene, für schwerere Ladungen einrichten solle. Das Ziehen eines Rohrs koste nicht mehr

Digitized by Google

als etwa 30 Schillinge und könne mit tragbaren Handmaschinen an Bord der Schiffe oder wo immer die Rohre sich befänden, ausgeführt werden; es wäre nicht nöthig, daß sie alle nach Woolwich gebracht würden. Er sei überzeugt daß für diese Rohre, ehe sie gezogen werden, eine Verstärkung nicht durchaus nothwendig wäre, weil er den Rücklauf eines Geschützes für ein Maß der im Rohre wirkenden Kraft halte und die oben erwähnten größeren Resultate mit weniger Rücklauf erreicht wurden, als bei der gewöhnlichen Ladung vorkommt. Der Rücklauf eines 32-Pfünders auf der Bettung zu Shoeburyneß bei der gewöhnlichen Ladung von 10 Pfund Pulver und einer 32-pfündigen Vollkugel war im Mittel 9 Fuß 3 Zoll, und der des gezogenen Rohres bei einer 50 Pfd. schweren Bombe und 6 Pfd. Pulver nur 8 Fuß 11 Zoll, bei 5 Pfd. Pulver nur 7 Fuß oder 2 Fuß 3 Zoll weniger als der gewöhnliche Rücklauf. Dieser Umstand sei mit der Annahme, daß das gezogene Rohr durch eine Vergrößerung des innern Drucks gefährdet werde, unvereinbar. Es sei ihm bekannt daß mehre Versuche, gußeiserne Rohre mit Zügen zu versehen, fehlschlugen, und es könne nicht überraschen, daß ein häufiges Mißlingen Mißtrauen erzeuge. Aber er glaube, das Mißlingen rühre daher daß man diesen Rohren eine ungeheure und unnöthige Steigerung des innern Drucks aufbürdete. Wenn man die Seele eines Geschützrohrs in eine scharf gewundene Mutterschraube umwandeln und dann ein hartes eisernes Geschoß mit einer Geschwindigkeit von 2000 Fuß in der Sekunde hindurchtreiben wolle, so bringe man an den Wänden eine so außerordentliche Reibung hervor, daß das Rohr ungewöhnlich stark sein müßte um dem zu widerstehen. Dies scheine ihm bei den gußeisernen 95 Centner schweren Rohren der Fall zu sein, die nur ungefähr 5 Zoll Kaliber hatten und von Herrn Whitworth gezogen und gesprengt wurden; und auch, wenngleich in minderm Grade, bei dem Lancaster-Rohre. Die Thatsache daß es für nöthig befunden wurde, die Lancaster-Bomben von Schmiede- statt von Gußeisen zu machen, beweise dies. Das Geschoß war den Klemmungen in der Seele ausgesetzt und zersprengte alsdann das Rohr, wenn dies nicht eine große Festigkeit besaß. Man sollte aber aus diesem Fehler nicht folgern, daß Herrn Britten's System auch ein verfehltes sein müsse.

Was nun die größere Anstrengung, welche die gezogenen Rohre erleiden, anbetreffe, so sei hierbei die Beschaffenheit des Projektils ein ganz wesentlicher Punkt. Er gebrauchte ein Geschoß nach dem Prinzipe der Enfield-Kugel. Der Körper desselben war von Gußeisen und um dieses war ein Bleiband so fest gelegt, daß es nicht reißen konnte. Das weiche Metall war grade an der Stelle angebracht, wo es sich ausdehnen sollte, um die Seele auszufüllen und in die Züge zu fassen. Die Untersuchung der verschossenen Bomben ließ an den Spuren der Züge erkennen, daß die Ausdehnung des Bleis sich nur ungefähr 2 Zoll weit erstreckte. Der ganze Halt in den Zügen bestand in den fünf dünnen, $^1/_{16}$ Zoll hohen Vorständen des weichen Bleis, die unmöglich

Digitized by Google

der Bewegung des Geschosses einen solchen Widerstand bieten konnten, der das Rohr zu zersprengen vermöchte. Einige dieser Bomben waren mit so starken Pulverladungen abgeschossen, daß die Züge das Blei ganz abgeschnitten hatten; aber dies war alles was eintreten konnte, das Projektil konnte sich keinenfalls in der Seele klemmen.

Gewiß sei er der Meinung, daß für Feld-Geschützrohre Gußeisen unangemessen wäre. Kleine schmiedeeiserne oder Stahl-Rohre, welche den wichtigen Vortheil größerer Leichtigkeit gewähren, können leicht hergestellt werden. Aber sobald die Schmiedestücke an Größe zunehmen, erreichen die Kosten eine solche Höhe, daß sie ernstlich zu erwägen wären; und die Ersparung weniger Centner an den Schiffs-Kanonen könnte an sich die Ausgabe nicht werth sein. Zu einer Vorstellung von dem verschiedenen Preise der schmiede- und gußeisernen Rohre könne die Angabe führen, daß das 3-zöllige 8 Centner schwere 12-pfündige Armstrong-Rohr, wie man sage, 250 Pfund kostet, während der Werth des gußeisernen 17 Centner schweren 9-Pfünders geringer als 20 Pfund ist.

Mit einer dieser 9-pfündigen Kanonen und mit $1^3/_4$ Pfd. Pulver und einer 14 Pfd. schweren Bombe habe er bei 10° Elevation eine Schußweite von 3250 Yards erreicht. Im Hause der Gemeinen sei kürzlich angegeben, daß die Schußweite des Armstrong-Feld-12-Pfünders bei 7° Elevation 2480 und bei 9° Elevation 3000 Yards sei. Es werde jetzt so viel von großen, fünf Meilen langen Schußweiten gesprochen, daß es unbedeutend scheinen könnte, wenn man nur von zwei oder drei tausend Yards rede. Er entnehme aber aus den Meinungen praktischer Artilleristen, daß Schußweiten von fünf Meilen an sich wenig Nutzen haben können. Es sei nicht zu erwarten, daß man auf diese Entfernung einen beweglichen Gegenstand wie ein Schiff treffe. Um dies zu können, müßte die genaue Lage des Ziels erst bestimmt werden, und dann müsse man die Elevation in Betracht ziehen, bei welcher der Schuß buchstäblich in die Wolken geschickt würde und aus ihnen auf das Deck herabfallen müßte. Es scheine ihm, daß einige große Autoritäten hinsichtlich der gezogenen Geschütze um einen wenig bedeutenden Punkt stritten, indem sie Rohre kleinen Kalibers unter dem einzigen Gesichtspunkte der außerordentlichen Ausdehnung der Schußweite konstruirten. Es sei kein Zweifel, daß kleine Kaliber bei hohen Elevationen große Schußweiten geben, aber sie thun es auf Kosten eines weit werthvollern Umstandes, der großen Geräumigkeit der Bomben. Kleine Löcher, die Geschosse von 3 oder 4 Zoll Durchmesser in die Seiten eines Schiffes schlagen, würden letzteres niemals zum Sinken bringen. Aber eine 8 oder 10 Pfd. Pulver enthaltende Bombe, die zwischen den Decks krepirt, reiße alles so auseinander, daß wenige derartige Schüsse das größte Linienschiff in den Grund bohren würden. Solche Bomben habe er aus einem gewöhnlichen gußeisernen 8-zölligen gezogenen Rohre geschossen, und sie könnten auf die zweckmäßigen Schußweiten von zwei Meilen so geschossen werden, daß sie Ziele von der

Digitized by Google

Größe eines Kanonenboots kaum verfehlen. Es könne räthlich sein, auf allen Kriegsschiffen einige Rohre kleinen Kalibers zu haben, um auf weite Entfernungen einzelne Schüsse abzugeben, sie würden aber niemals das Gefecht entscheiden. Schlachten würden auf nähere Entfernungen ausgefochten und gewonnen, und wenn man diese auf zwei Meilen beschränke, so hören die Vortheile der theuern schmiedeeisernen Rohre auf; die wohlfeilern gußeisernen werden dann eben so wirksam, und wenn sie von größern Kaliber sind viel wirksamer.

Man sollte die Leistungen der Geschütze nicht allein nach der Schußweite bemessen. Die Pulverladung, das Kaliber und der Widerstand der Luft gegen das größere Geschoß, die wahrscheinliche Wirkung und die wirklichen Resultate müssen mit in die Betrachtung gezogen werden. Das vollkommenste Instrument sei dasjenige, bei welchem die aufgewendete Kraft in der vortheilhaftesten Weise benutzt wird. Er bestreite daß, bei Berücksichtigung aller jener Punkte, ein bisher mit irgend einer von hinten zu ladenden Kanone erhaltenes Resultat eine Ueberlegenheit dieser Geschütze über die weit leichter anzufertigenden, weniger complicirten und weniger empfindlichen von vorn zu ladenden Rohre begründe. Wo Schrauben einen Theil eines Geschützrohrs bilden, wären immer Beschädigungen durch Rost und andere Ursachen in beträchtlichem Grade zu befürchten, und dies müsse man für einen sehr wesentlichen Einwand halten, wenn man an die Gebrauchsweise der Geschütze beim Dienste zu Lande und zur See denke, welcher dieselben der Feuchtigkeit und Nässe oft und lange aussetzt. Es könnte richtig sein, daß die Mannschaft beim Laden der Kammerladungsrohre in den Stückpforten nicht so sehr bloßgestellt ist; aber die Einführung der gezogenen Rohre werde die Folge haben, daß die Gefechte auf weitere Entfernungen stattfinden und es würde, wenn sich z. B. Schiffe auf nur eine halbe Meile Abstand bekämpfen, unmöglich sein zu sehen, ob die Leute während des Ladens ungedeckt sind oder nicht.

Herr Britten glaubt daß hinsichtlich der Vortheile, welche aus der Anwendung kleinerer Kaliber und sehr langer Projektile entständen, viele Mißverständnisse obwalten. Bei sehr hohen Elevationen erreichen solche Projektile ohne Frage größere Schußweiten, weil sie wegen ihres größeren Gewichts und ihrer kleineren Durchschnittsfläche weniger durch die Luft gehindert werden und ihre Geschwindigkeit während einer längeren Dauer des Fluges beibehalten. Aber es sei ein Irrthum, anzunehmen daß sie bei den niedrigen Elevationen hinsichtlich der Schußweite einen Vortheil über die größern Projektile, welche er aus gezogenen Dienst-Rohren schoß, haben. Damit man diesen wichtigen Umstand völlig einsehe, habe er in einer Tabelle die Resultate seiner Versuche zusammengestellt und die mit den Armstrong- und Whitworth-Rohren erreichten Resultate hinzugefügt, so wie letztere durch die Zeitungen veröffentlicht wurden:

Digitized by Google

	Seele		Pulverladung.	Projektil		Elevation	Schußweite.	Mittlere Geschwindigkeit per Secunde.
	Durchmesser. Zoll.	Fläche. □-Zoll	Pfd.	Gewicht. Pfd.	faßt Pulver Pfd.	Grade.	Yards.	Fuß.
Gußeisernes 17 Ctr. schweres gezogenes 9-Pfder Dienstrohr	4,2	13,1	1¾	14	⅜	5	2000	nicht beobachtet.
	"	"	"	"	"	10	3200	
Gußeisernes 56 Ctr. schweres gezogenes 32 Pfd. Dienstrohr	6,41	32,2	6	49	3¾	3	1600	1122
	"	"	"	"	"	4½	2100	1016
	"	"	"	"	"	8¼	3100	930
	"	"	"	"	"	10	3600	900
Aehnliches Rohr . .	6,37	31,9	5	41	V. Geschoß	10	3700	740
Gußeisernes 95 Ctr. schweres gezogenes 68-Pfd. Dienstrohr	8,12	51,7	6½	90	7½	10	3150	850
	"	"	8	"	"	"	3560	920
Gußeiserner 95 Ctr. schwerer gezogener 32-Pfünder	6,37	31,9	7	56	2	10	3700	955
Gußeiserner 58 Ctr. schwerer gezogener 18-Pfünder	5,29	22	6½	34	1½	10	3900	948
Gußeisernes 95 Ctr. schweres glattes Dienst-Rohr . . .	8,12	51,7	16	68		½	340	2040
	"	"	"	"	V. Geschoß.	1	640	1280
	"	"	"	"		5	1960	989
	"	"	"	"		14	3480	714
Armstrong Kammerladungs-Rohr für Feld-Artillerie **)	3	7	1⅜	12	3/64	3	1200	923
	"	"	"	"	"	5	1820	900
	"	"	"	"	"	10	3030	826
Desgl. großes Rohr	6	28,2	9	80	V. Geschoß.	10	3900	—
Whitworth Kammerladungs-Rohr für Feld-Artillerie . .	3	7	1¾	12	"	2	1250	Anfangsgeschwindigkeit ungefähr 1300 Fuß in der Secunde.
	"	"	"	"	"	5	2300	
	"	"	"	"	"	10	3780	
Desgleichen großes Rohr 80 Ctr. schwer	5,2	21	12	80	"	5	2600	
	"	"	"	"	"	7	3490	
	"	"	"	"	"	10	4400	

Man werde aus diesen Zahlen ersehen, daß bis zu 10° Elevation die gezogenen gußeisernen Rohre wenigstens ebenso große Schußweiten erreichen als die schmiedeeisernen Kammerladungsrohre mit gleichen Ladungen, und daß bei weniger als 5° Elevation die gezogenen Dienst-Rohre eine bestimmte Ueberlegenheit besitzen. Das sei aber nicht Alles. Die Geschwindigkeit mit welcher die gezogenen Dienst-Rohre ihre Projektile schießen, sei selbst bei kleineren Pulverladungen viel größer als bei den Kammerladungsrohren. In dem dienstlichen Berichte über die Versuche des Herrn Britten wurde die Flugzeit jedes Schusses sorgfältig notirt, so daß es keine Schwierigkeit hatte, die mittleren Geschwindigkeiten für die verschiedenen Schußweiten zu bestimmen. Es

*) Gewöhnliche Vollkugel, welche Herr Britten so eingerichtet hatte, daß sie in dem gezogenen Rohre gebraucht werden konnte.

**) Range Tables in Horse Guards Manual, published by authority.

Digitized by Google

ergab sich hieraus, daß die mittlere Geschwindigkeit der 49-pfündigen Bombe des gezogenen 32-pfündigen Dienst-Rohrs auf 1600 Yards Schußweite 1120 Fuß, diejenige der 56-pfündigen mit 7 Pfund Pulver geschossenen Bombe auf 3700 Yards 955 Fuß, und diejenige der 90-pfündigen, 8 Zoll im Durchmesser haltenden, mit nur 8 Pfund oder $^1/_{11}$ geschoßschwerer Ladung geschossenen Bombe auf 3560 Yards Schußweite 920 Fuß in der Secunde ist. Da es nun feststehe, daß die Geschwindigkeit mit welcher die Armstrong-Geschosse bei $^1/_8$ geschoßschwerer Ladung das Rohr verlassen, nur 1080 Fuß, und diejenige des Whitworth-Geschosses bei $^1/_6$ geschoßschwerer Ladung unter 1300 Fuß per Secunde beträgt, so dürfte es genugsam erwiesen sein, daß die von vorn zu ladenden Rohre mit der aufgewendeten Kraft mehr leisten als die Kammerladungsrohre.

Um zu zeigen, wie sehr der Luftwiderstand die Geschwindigkeit großer Körper während der Flugzeit vermindert, wurden in der Tabelle die mittleren Geschwindigkeiten aufgenommen, welche die mit der vollen Ladung geschossenen gewöhnlichen 68-pfündigen Vollkugeln bei verschiedenen Schußweiten besitzen. Dies sind dienstliche, den auf dem Artillerie-Schiffe „Excellent" ausgeführten Versuchen entnommene Zahlen. Sie zeigen, daß die mittlere Geschwindigkeit der 68-pfündigen Vollkugel auf 340 Yards 2040 Fuß in der Secunde beträgt, daß diese Mittelzahl aber schnell auf 714 Fuß bei 3480 Yards Schußweite fällt. Dasselbe Rohr schoß, nachdem es gezogen war, eine 90-pfündige Bombe auf 3560 Yards mit einer mittleren Geschwindigkeit von 920 Fuß; es sei deshalb wahrscheinlich, daß die Anfangsgeschwindigkeit in diesem Falle sehr viel größer war, als beim Kammerladungsrohre. Dies sei bemerkenswerth, da das 8-zöllige Geschoß mit seiner Durchschnittsfläche dem Luftwiderstande 51 Quadratzoll darbietet, während diese Flächen bei den, überdies mit viel stärkeren Ladungen verschossenen Armstrong- und Whitworth-Geschossen bez. nur 28 und 21 Quadratzoll betragen. Aus diesen Thatsachen schließe er, daß bei dem im Gebrauche am meisten vorkommenden flachen Schusse bis auf Schußweiten von 2000 Yards seine Rohre großen Kalibers in keiner Beziehung den neuen Rohren kleinen Kalibers nachstehen, während sie in mancher Beziehung viel brauchbarer wären.

Er wolle noch auf einen anderen Punkt aufmerksam machen. Ein 8-zölliges gußeisernes Rohr koste etwa 100 Pfund, wogegen es zweifelhaft sei, ob irgend eins der neuen gezogenen Kammerladungs-Rohre für viel weniger als 1000 Pfund zu haben sei. Ferner wären die Geschosse dieser Kammerladungsrohre kostbar. Er glaube daß jetzt jedes Geschoß für das Armstrong-Rohr genau cylindrisch gedreht werden, dann rundum mit einer Menge, zum Festhalten des Bleis nöthigen Rillen versehen, und daß das Blei nachher auch noch abgedreht werden muß. Das Geschoß für das Whitworth-Rohr sei auch sehr kostspielig, da es, wie man sagt, in eine Hobelmaschine von künstlicher Konstruktion gelegt und jede seiner sechs Seiten mit der äußersten Genauigkeit nach der Form der Züge schraubenförmig geschlichtet werden muß. Herrn Britten's Bomben dagegen wären

Digitized by Google

einfache Gußstücke und würden so wenig mehr als die gewöhnlichen sphärischen Bomben kosten, daß die bei ihrer Verwendung eintretende Ersparung an Pulver dies schon ausgleichen würde. Das sei ein sehr wichtiger Punkt, denn die Kosten des Rohrs wären doch nur unbedeutend im Vergleich mit denen der zu verschießenden Projektile.

Bei dem von Herrn Britten vorgeschlagenen Systeme würden nicht nur die jetzigen Dienstrohre benutzt, sondern auch die vorräthigen Kugeln und Bomben aller Art mit großem Vortheile für den Gebrauch bei den gezogenen Dienstrohren eingerichtet werden können. Die gewöhnlichen 32-pfündigen Vollkugeln haben, nachdem sie mit dem Blei so daß dieses sich im Rohre ausspannt versehen waren, bei 10° Elevation und nur der Hälfte der gewöhnlichen Pulverladung eine fast 1000 Yards größere Schußweite als sonst erreicht. Das so eingerichtete Geschoß wog etwa 41 Pfd. und erreichte bei 10° Elevation mit 5 Pfd. Pulver eine Schußweite von 3700 Yards, während die gewöhnliche 32-pfündige Kugel bei derselben Elevation und 10 Pfd. Pulver nur 2800 Yards Schußweite hat. Die Kosten, die Kugeln und Bomben in der vorgeschlagenen Weise mit Blei zu versehen, würden beträchtlich geringer sein als der Werth des ersparten Pulvers.

General Sir John Fox Burgoyne

bemerkte, daß der Gegenstand welcher der Versammlung vorliege, ein solcher sei der das tiefe Studium von Fachmännern erfordere, die eine Kenntniß von der Anwendung des Eisens, welches verschiedene Proben aushalten muß, besitzen. Seine Untersuchungen hätten sich hauptsächlich auf den Gebrauch der fertigen Geschütze erstreckt. Einige der vorgebrachten Ansichten stimmten mit den seinigen nicht ganz überein. Es sei geäußert daß es kaum möglich sein werde, die Befestigungsanlagen gegen die Wirkung dieser schweren Kanonen widerstandsfähig zu machen. Er glaube nicht, daß sie in so hohem Grade auf die Fortifikation Einfluß haben werden. Nehme man z. B. ein mit Graben und Kontreskarpe versehenes Festungswerk, dessen Eskarpe gänzlich gedeckt ist, an, so sei der Belagerer genöthigt, ehe er Bresche legen kann, demselben nahe zu rücken. Weitschießende Geschütze könnten dazu dienen, die Brustwehr etwas früher zu zerstören; aber wenn der Platz mit Kasematten versehen sei, so müsse man nahe an ihn heran, und dann wären die alten Rohre so gut als die neuen gezogenen. Sie wären sogar besser, weil die Geschwindigkeit der Geschosse auf die ersten 400 oder 500 Yards bei ihnen größer sei, wenngleich sie rascher abnehme als bei den gezogenen Rohren. Letztere würden außerdem der Vertheidigung ebenso nützlich als dem Angriffe. Man habe auch den verhältnißmäßig geringen Werth der großen Schußweiten erwähnt, wie die von fünf bis sechs Meilen, welche Sir William Armstrong und Herr Whitworth erlangten. Diese große Ausdehnung der Schußweite möge an sich nicht sehr wichtig sein, sie zeige aber andere Eigenschaften an. Sie lieferte den Beweis

Digitized by Google

größerer Genauigkeit und Eindringungsfähigkeit. Die Armstrong- und Whitworth-Rohre wären vortrefflich, leicht, von schöner Arbeit und großer Stärke. Könnten noch bessere erfunden werden, so möge dies ja geschehen, und er hoffe daß die Mitglieder dieses Vereins helfen werden, noch größere Verbesserungen zu erreichen. Hinsichtlich der Anfertigungskosten der Geschosse des Herrn Whitworth könne er nach der Angabe dieses Herrn sagen, daß die Ertheilung der richtigen Gestalt nicht mehr als einen Penny für ein Geschoß koste.

Herr John Anderson

sagte, daß er suchen wolle, sich auf den ostensibeln Gegenstand der Abhandlung zu beschränken: auf die beste Konstruktionsart eines Geschützrohrs, welches dem Artilleristen die volle Entwickelung des zum Forttreiben des Projektils gebrauchten Schießpulvers gewähre. Der Verfasser halte die Art, das Rohr aus Drahtumwickelungen zu bilden, für die richtige. Hinsichtlich der theoretischen Begründung trete er dieser Meinung vollständig bei; zugleich stimme er aber mit den Bemerkungen überein, welche über die Schwierigkeit dies Material anzuwenden, gemacht wurden. Der große Einwurf gegen das Drahtsystem sei, daß es den Enden keinen Halt gebe und man sich deshalb nicht darauf verlassen könne, ein gutes Bodenstück und ein durchgehends zuverlässiges Rohr zu bekommen. Er glaube daß Fig. 18 diejenige Konstruktion eines Rohrs darstelle, welche der Verfasser für die geeignetste hielt, sein Prinzip auszuführen. Herr Anderson meinte, daß es hierzu manchen besseren Weg gebe. Ehe er aber seine Ansichten über diesen Punkt ausspreche, wolle er mit wenig Worten auf das was zu Gunsten des Gußeisens gesagt sei, hindeuten. Er glaube nicht, daß die großen Erfolge welche die Artilleristen erwarten, durch die Anwendung eines homogenen Materials wie Gußeisen erreicht würden. Gußeisen habe einen äußerst unsicheren Charakter; ein Rohr halte an einem Tage gut und zerspringe am andern, ohne eine vorhergehende Warnung und ohne daß die Sorgfalt des Gießers es ändern könnte. Seit einigen Jahren habe das System, Gußeisen durch die Anwendung schmiedeeiserner Reifen zu verstärken, große Erwartungen hervorgerufen. Ohne in die Frage nach der Priorität der Erfindung einzugehen, könne er sagen daß durch einen derartigen Gebrauch des Schmiedeeisens bereits große Resultate erreicht wurden. Dennoch sei er, wenn er die Gefahr des Mißlingens, dessen Möglichkeit Versuche aus den letzten Tagen zeigten, nebst den Kosten in Betracht ziehe, der Meinung daß man in einer andern Richtung mehr Aussicht auf Erfolg haben würde. Vor wenigen Jahren glaubte man, daß man das beste Rohr durch Schmieden erhalte. 1854, als Herr Nasmyth ein Rohr in Arbeit hatte, erwartete das Land große Erfolge. Man könne sagen, daß das Ende dieses Rohrs eine nationale Enttäuschung war. Nachher sei das in der Abhandlung erwähnte Liverpool-Rohr, ein Monster-Mörser, gemacht. Dies war ein

Digitized by Google

herrliches Schmiedestück — das schönste was er je gesehen — aber doch kein vollkommenes Geschützrohr. Die Bohrung würde die Prüfung der Artilleristen nimmer bestanden haben. Sie hatte Fehlstellen, und das werde im Innern eines so großen Schmiedestücks mehr oder weniger immer der Fall sein. Im jetzigen Augenblicke lägen in Woolwich einige anscheinend sehr schöne Schmiedestücke, welche mangelhaft wären, da sie im Kerne, hauptsächlich am Boden in der Kammer Spalten haben. Deshalb erwarte er nicht daß man das gute Rohr, nach welchem Alle streben, durch Schmieden erhalte. So weit seine eigenen Erfahrungen reichen, sei das beste Resultat durch eine Zusammensetzung nach dem Prinzipe der Reifen zu erzielen. Wenn er von dem besten Resultate spreche, so meine er nicht bloß die Bedingung, den Anforderungen der Artilleristen zu genügen, sondern habe auch den wichtigen Kostenpunkt im Auge. Hinsichtlich der Kosten der Armstrong-Rohre, von welchen die Rede gewesen sei, könne er angeben, daß das komplete 12-pfündige Rohr jetzt in Woolwich zu weniger als 90 Pfund hergestellt werde, was ungefähr halb so viel sei, als das alte 12-pfündige Bronze-Rohr, dessen Werth 175 Pfund war, kostete. Wenn man bedenke daß der Preis des Materials in einem Falle etwa 19, im andern 125 Pfund per Tonne ist, und den großen Unterschied im Gewichte hinzunehme, so habe man für die Arbeit einen großen Ueberschuß. Da er seit vielen Jahren beträchtliche Erfahrungen in dieser Angelegenheit gemacht habe, so könne er sagen daß es ihm scheine, das Geschützrohr der Zukunft werde durch Zusammensetzungen gebildet werden. Er sei jetzt nicht darauf vorbereitet genau anzugeben, wie die Zusammensetzung im Einzelnen ausgeführt werden müsse, ob aus einem innern Cylinder von Schmiedeeisen oder von Stahl, dem man eine Bedeckung von Schmiedeeisen gebe; aber er behaupte daß das Rohr zusammengesetzt werden müsse. Die Leichtigkeit mit welcher mittelst der Walzen der Eisenfabrikanten das Stabeisen in die handliche Form von Stangen beliebigen Querschnitts gebracht, die Leichtigkeit mit welcher diese Stangen auf einer Art von Drehbank auf eine Spindel gewunden und dann in einer Röhre oder Trommel geschweißt werden können, sichere neben der außerordentlichen Festigkeit einen Grad von Wohlfeilheit, der von keiner andern jetzt in der Eisenmanufactur vorhandenen Methode erreicht werde. Dies System, welches Sir William Armstrong und Andere jetzt bearbeiten, stelle sich als dasjenige heraus, was neben der größten Festigkeit die wohlfeilste Art gewähre, die Rohre durch eine Zusammenfügung von Theilen entstehen zu lassen. Er glaube daß der Aufwand, welchen diese eigenthümliche Konstruktion erfordert, in der Abhandlung zu hoch veranschlagt sei. In alten Zeiten habe es seine Schwierigkeit gehabt, auf $^1/_{16}$ Zoll genau zu arbeiten; jetzt messe man $^1/_{1000}$ Zoll mit derselben Leichtigkeit als früher $^1/_{16}$ oder $^1/_{32}$. Obgleich es nicht möglich sein mögte, auf $^1/_{1000}$ Zoll genau zu bohren, so könne doch vermittelst des Abdrehens ein Rohr äußerst genau und ökonomisch zusammengesetzt werden. Er

Digitized by Google

habe gesagt daß das Drahtsystem unvollkommen sei, weil es den Enden keinen Halt gebe. Man sehe aus Fig. 18, daß eine Schiene rund um den Boden gelegt ist. Dies sei seiner Meinung nach keine richtige Konstruktion; auch glaube er nicht daß diese Art von Rohren Aussicht habe, in Gebrauch zu kommen.

Was die in der Schrift enthaltene Beschwerde über die Behandlung, welche die Erfindung des Verfassers Seitens der Artillerie-Prüfungs-Kommission erfahren habe, anbetreffe, so möchte Herr Anderson, der damals die Ehre hatte ein Mitglied der Kommission zu sein, hierüber einige Bemerkungen machen. Er frage, ob nicht irgend zehn unabhängige Männer, nachdem sie die Verantwortung auf sich genommen haben, ein Geschütz und damit die Ausgabe von hunderten von tausend Pfunden zu empfehlen, Bedenken tragen werden, ehe sie das System der Draht-Konstruktion empfehlen. Er glaube daß es wenige Personen gebe, die, wenn sie die Wahl hätten, das Drahtsystem empfehlen würden, nachdem sie wußten, was Sir William Armstrong und Herr Whitworth mit der Reifen-Konstruktion geleistet haben.

Herr Clay

sagte, man werde ihm, da er das große Rohr welches in den Werken der Mersey-Kompagnie gemacht wurde, entworfen und fabricirt habe, wohl einige Worte über diesen Gegenstand gestatten. Der Verfasser habe die Aufmerksamkeit auf den Unterschied in der Festigkeit des Materials im Innern und an der Außenseite großer geschmiedeter Rohre gelenkt und dabei gesagt, daß man dasselbe bei dem in den Mersey-Werken gemachten Rohre bemerkt habe. Ferner sei gesagt worden, daß große in dieser Art geschmiedete Metallmassen Ungleichmäßigkeiten der Struktur unterworfen sein müßten, welche sie für schwere Geschützrohre unbrauchbar machten, und daß jenes Rohr aus diesem Grunde unzuverlässig war. Aber das Rohr wurde, bevor man es dem Gouvernement übergab, zu Liverpool probirt und dann von den Officieren zu Woolwich für Ihrer Majestät Dienst tauglich erklärt. Danach wurde es zu Shoeburyneß fast doppelt so starken Ladungen als zu Liverpool gebraucht waren, unterworfen. Hunderte von Schüssen geschahen aus dem Rohre, dennoch war es ebenso gut als am Tage wo es vollendet wurde. Hinsichtlich der Systeme, die Rohre mit Reifen und mit Draht in einer gewissen Spannung zu bedecken, wäre ein Umstand der Beachtung entgangen, nämlich die Verschiedenheit in dem Maße der Ausdehnung und Zusammenziehung bei verschiedenen Eisensorten. Es wäre angegeben daß ein Irrthum von $^1/_{500}$ Zoll einen bedeutenden Unterschied in der Spannung, welche in den verschiedenen Theilen stattfinde, hervorbringen würde. Man würde aber, wie er glaube, durch sorgfältige Experimente finden, daß verschiedene Eisenstücke um mehr als $^1/_{500}$ Zoll in dem Maße der Ausdehnung und Zusammenziehung variiren. Er wisse daß Eisen und Stahl in ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung sehr von einander abwichen, und

Digitized by Google

glaube daß dies im Allgemeinen mit Eisen der Fall sei, je nachdem die krystallinische oder faserige Struktur vorherrsche. Er halte die Zusammensetzung der Geschützrohre aus koncentrischen Reifen für ein gefährliches System, da man auf den Grad der anfänglichen Spannung, mit welcher die Reifen angelegt werden, kein Vertrauen setzen könne. Es wären einige Bemerkungen darüber gemacht worden, daß die hydraulischen Pressen dem Zerspringen ausgesetzt wären. Er habe viele große Cylinder angefertigt und nicht vernommen, daß einer derselben gesprungen wäre. Die Pressen welche man bei der Fabrikation der Bleiröhren gebraucht, wären vielleicht den schwersten Proben ausgesetzt, welchen Cylinder unterworfen werden können. Man habe gesagt daß der Prozeß des Schmiedens sich für die Anfertigung der Geschützrohre nicht eigne. Zufälligerweise befinde sich augenblicklich ein Plan von ihm, Geschützrohre auf einem anderen Wege darzustellen, vor der Prüfungs-Kommission. Er habe nicht die Freiheit die Methode zu beschreiben, könne aber im Allgemeinen sagen daß das Verfahren im Walzen bestehe. Bei verschiedenen auf diese Weise gemachten Rohren habe er nicht einen einzigen Mangel gefunden, weder in der Bohrung noch an irgend einem andern Theile. Er habe kürzlich in Gegenwart mehrer Artillerie-Officiere aus einem eisernen Rohre von 2½ Zoll Kaliber mit 1½ Pfd. Pulver 22 Kugeln mit einem Cylinder, der 12 Zoll aus der Mündung hervorstand, geschossen. Ein Stahlrohr wurde auf dieselbe Weise geprüft. Er glaube daß die Fabrikation der Geschützrohre noch in ihrer Kindheit liege; da aber das öffentliche Interesse jetzt auf diese besondere Wissenschaft gerichtet sei, so zweifele er nicht daß wichtige Verbesserungen eintreten.

Herr Vignoles

bemerkte, die Versuche seines Großvaters, des Dr. Charles Hutton, über das Schießpulver wären sehr sorgfältig angestellt und oft wiederholt. Die auf diese Versuche gegründeten Berechnungen und Schlüsse ergaben einen Druck auf das Metall des Rohrs von 17 Tonnen per Quadratzoll. Der Präsident habe dies zuerst für sehr hoch gehalten, nachher aber gefunden daß seine eigenen Berechnungen volle 20 Tonnen ergaben. Die Berechnungen des Herrn Vignoles führten zu dem Resultate, daß der Druck oft näher an 30 als an 20 Tonnen auf den Quadratzoll sei. Als er hierüber mit dem Professor Airy sprach, äußerte dieser ausgezeichnete Mathematiker die Meinung, daß unter gewissen Umständen die Kraft des Schießpulvers viel größer sei als sie angenommen werde. Herr Vignoles wünschte daß man auch auf diesen Punkt, der so wichtig und so leicht festzustellen sei, die Aufmerksamkeit richten möge, um der Unsicherheit ein Ende zu machen. Dann würde man auch für die Beherrschung dieses ungeheueren Druckes nicht zu bezweifelnde Grundsätze finden.

Digitized by Google

Herr Haddan

sagte, seine Unternehmungen hätten sich auf die vorhandenen Dienst-Rohre beschränkt. Er ging von dem Grundsatze aus, daß für ein gußeisernes Rohr der Drall so schwach als möglich sein müsse, eben hinreichend für eine Rotation, bei welcher die Spitze des Projektils durch die ganze Flugbahn sicher vorn bleibt, und daß eine stärkere Rotation unnütz wäre. Ein anderer wesentlicher Punkt sei der, daß die Züge das Rohr so wenig als möglich schwächen dürfen. Er nehme an daß kantige oder eckige Einschnitte oder Rillen dieselbe Wirkung haben, als wenn man Eisenstangen in der Absicht sie zu zerbrechen, einkerbt, während breite und seichte Züge die Elasticität des Rohrs nicht zerstören. Ein gewöhnlicher gußeiserner 18-Pfünder habe mit großen Pulverladungen 115 Pfd. schwere Bomben geschossen, ohne zu zerspringen. Er glaube, die Entwürfe von Herrn Whitworth und Sir William Armstrong wären auf gußeiserne Rohre nicht anwendbar und die Anfertigung der Rohre aus schmiedbarem Metalle sei hiervon die Folge gewesen. Das große gußeiserne Rohr, welches nach dem Whitworth-System gebohrt wurde und dessen Kaliber klein war, zersprang, was nach Herrn Haddan's Meinung dem starken Drall zuzuschreiben wäre. Er habe 90 Pfund schwere Bomben (von denen eine vorgezeigt wurde) mit dem Drall von nur einer Umdrehung auf 40 Fuß geschossen, während der Whitworth-3-Pfünder eine Umdrehung auf 40 Zoll hatte. Der Regierungs-Bericht über die Versuche mit einem nach seinem Prinzipe gezogenen gußeisernen 68-Pfünder zeige, daß er bei gleichen Ladungen dieselbe Schußweite wie das Armstrong-Rohr erhalten habe. Er glaube daß die Größe der Schußweite von der gebrauchten Pulverladung abhänge, und wünsche aus diesem Grunde einen Vergleich mit Herrn Whitworth's und Sir W. Armstrong's Versuchen. Wie er höre, sei in den meisten Fällen das Armstrong-Rohr mit $^1/_8$ geschoßschwerer Ladung versucht, während bei Herrn Whitworth's Versuchen die Pulverladung allein $^1/_5$ geschoßschwer zu sein scheine. Außerdem wäre es für die Beurtheilung der Flugbahn wichtig zu wissen, ob das Projektil ein Hohl- oder Vollgeschoß war. Die vorgezeigte große 90 Pfd. schwere Bombe habe 8 Zoll im Durchmesser und fasse eine Sprengladung von fast 6 Pfd. Pulver. Herrn Whitworth's 90-pfündiges Projektil sei ein Vollgeschoß von nur ungefähr 5 Zoll Durchmesser und müsse deshalb bei derselben Ladung nothwendigerweise eine größere Schußweite erreichen.

In einem Briefe an „The Times*)" sagte Sir William Armstrong:

„Was die Schußweiten über 2000 Yards anbetrifft, kann ich anführen, daß bei früheren Gelegenheiten das Rohr bis auf 3000 Yards

*) Vom 3 Januar 1857 (pag. 5); abgedruckt in „The Mechanics' Magazine" vom 22. April 1859 (pag. 262).

Digitized by Google

versucht wurde, welche Entfernung man mit 11° Elevation und der gewöhnlichen 10 Unzen oder 1/8 geschoßschweren Ladung erreichte. Durch Vermehrung der Ladung wird die Schußweite vergrößert, aber die Genauigkeit verschlechtert, und ich behalte deshalb die Ladung von 10 Unzen bei, welche eine große Eindringungstiefe giebt, wie die Versuche an dem Scheibenberge zeigen werden."

Die Bomben des Herrn Haddan wären, wie sie aus des Gießers Hand kommen, ohne weitere Manipulation zum Gebrauche fertig, er erreiche eine große Schußweite mit einer im Vergleiche zum Geschoßgewichte kleinen Pulverladung, und wie er glaube bei sehr geringen Kosten. Um diese Bemerkung zu bestätigen, wolle er angeben daß die beiden vorgelegten Bomben in der Königlichen Gießerei zu Woolwich gegossen wurden und, wie er von Herrn Davison wisse, zum Gebrauche fertig nicht mehr als die gewöhnlichen Bomben, oder nicht mehr als 5 Pfund 6 Schillinge per Tonne kosten würden. Ein gewöhnliches für ihn mit Zügen versehenes Dienst-Rohr wurde am 23. Februar 1859 zu Shoeburyneß versucht. Aus dem Regierungs-Berichte sehe man, daß die Ladung 10 Pfd., die Elevation 10° und die Schußweite 2900 Yards war; die Geschosse wogen im Mittel 90 Pfd. und faßten etwa 5 1/2 Pfd. Pulver. Schußweite und Seitenabweichung waren sehr gleichmäßig. Wenn also gußeiserne Rohre nicht durchaus das wären was man wünsche, so könnten sie offenbar für viele Zwecke als gezogene Geschütze doch ganz nützlich sein. Es werde wohl allgemein zugestanden, daß ehe die Regierung die bedeutende Ausgabe der Anfertigung schmiedeeiserner Rohre großen Kalibers auf sich lade, die Unbrauchbarkeit der vorhandenen Dienst-Rohre zweifellos feststehen müßte. Bis jetzt sei kein Beweis vorhanden, daß gußeiserne Rohre nicht gebraucht werden könnten. Man habe behauptet daß alle gußeiserne Rohre, die mit Zügen versehen wurden, zersprungen wären; das sei aber durchaus unwahr. Herr Britten habe mehre Dienst-Rohre gezogen und nicht eins derselben sei zersprungen. Die Rohre mit welchen der Capitain Scott von der Königlichen Flotte, Herr Jefferies und Andere experimentirten, wären nicht zersprungen und auch der 68-Pfünder, den er selbst gezogen habe, sei nicht beschädigt.

Die Anwendung von Blei bei der Einrichtung der Geschosse habe er immer für mißlich gehalten, er mache deshalb keinen Gebrauch davon. Er ziehe einen Spiegel von Holz oder einem anderen Materiale vor und bringe ihn am hintern konischen Ende des Geschosses an. Der erste Stoß der Pulverexplosion treibe den Spiegel fest um das Geschoß, so daß es in die Züge greift und das Rohr schließt. Ein Verlust durch den Spielraum trete also nicht ein. Dies Projektil besitze alle Vortheile der mit Blei bekleideten, und dazu sei der Spiegel wohlfeiler und reinige das Rohr; bei ihm habe der Transport keine Schwierigkeit und es sei unwesentlich, wie rostig das Rohr oder die Bombe sein möchte. Durch die breiten seichten Rillen oder Einschnitte schwäche er das Rohr nicht erheblich und da er einen schwachen Drall von nur

Digitized by Google

einer Umdrehung auf 40 Fuß anwende, entstände beim Abfeuern nur wenig Druck auf das Rohr, also wenig oder keine Veranlassung daß es zerspringe. Kürzlich wären zwei 32-pfündige Dienst-Rohre für ihn gezogen, mit 56-pfündigen Geschossen und Pulverladungen von 7 Pfd. probirt und keins derselben sei zersprungen.

Als sein Vorschlag der Behörde vorgelegt wurde, waren dort schon 18 oder 20 verschiedene Entwürfe, die Dienst-Rohre in gezogene umzuwandeln. Es wurde ausgemacht daß Jeder ein Rohr nach seiner Methode ziehen sollte, damit man praktisch ermitteln könne welche die beste sei. Das scheine ein vollkommen richtiges Verfahren zu sein. Ob die Versuche von den Andern ausgeführt wurden, könne er nicht sagen; er hörte aber daß Sir W. Armstrong zwei Versuche mit Dienst-Rohren gemacht habe, die beide zersprangen, und daß Herr Whitworth auch keinen Erfolg gehabt habe. Herr Haddan sei bereit, aus seinen gezogenen 32-pfündigen Dienst-Rohren mit den Bomben, welche nachdem sie von dem Gießer kommen, keine weitere Zubereitung bedürfen, und mit derselben relativen Pulverladung gegen Sir William Armstrong's und Herrn Whitworths Rohre zu schießen, um die Resultate zeigen zu lassen, welches System das beste ist.

Herr Bramwell

sagte, der Verfasser habe dargethan, daß das Massivgießen der Rohre ein schlechtes Verfahren ist, und in Fig. 1 die vermuthlichen Linien der Zusammenziehung des Metalls im Innern eines so gegossenen Rohres dargestellt. Jeder in der Sache bewanderte Mann müsse zugestehen, daß gegen den Massivguß Manches eingewendet werden kann und daß ein Rohr stärker ist, wenn es hohl gegossen wurde, so daß die Zusammenziehung gleichzeitig an der inneren und äußeren Seite beginnt. Ohne Zweifel sei man ehemals, als die jetzt zu Gebote stehenden Mittel noch fehlten, auf Schwierigkeiten gestoßen, welche dazu führten, das Hohlgießen der Rohre aufzugeben, und sie wurden aus diesem Grunde massiv gegossen. Bei einer früheren Gelegenheit habe er erwähnt, daß der Lieutenant Rodman im Amerikanischen Dienste das Prinzip, die Rohre hohl zu gießen, eingeführt hat. Um den Vortheil, den das inwendig früher als an der Außenseite stattfindende Erkalten gewährt, vollständig zu nutzen, wird eine Wassermenge vom 60fachen Gewichte des Gusses durch den Kern des Rohrs geleitet, welche Operation 70 Stunden lang fortgesetzt wird, während man die Außenseite durch Feuer heiß erhält. Vergleichende Versuche mit einem massiv und einem hohl gegossenen Rohre, die beide aus demselben Ofen und genau von demselben Metalle gegossen wurden, ergaben das Resultat, daß das 8-zöllige massiv gegossene Rohr bei dem 73. Schusse zersprang, während das 8-zöllige Rohr, welches hohl gegossen und durch dessen Kern das Wasser geleitet war, 1500 Schuß aushielt und nicht zersprang. Er denke, dies zeige gründlich daß der Massivguß der Rohre ein unrichtiges Verfahren ist, und daß man durch den Hohlguß das Metall in

Digitized by Google

den besten Zustand bringt, den auf dasselbe einwirkenden Kräften zu widerstehen. In der Abhandlung sei angegeben, daß die Festigkeit des Gußeisens in einem massiv gegossenen und dann ausgebohrten Rohre an der Außenseite 8 und an der Bohrungswand 4 Tonnen auf den Quadratzoll beträgt. Bei dem vom Lieutenant Rodman gegossenen Rohre zeigte eine nahe an den Schildzapfen ausgeschnittene Probe eine Festigkeit von 44000 Pfd. an der auswendigen und von 31000 Pfd. an der inwendigen Seite. Dies sei ein anderes Anzeichen, daß ein Geschützrohr hohl gegossen werden müsse, wenn überhaupt Gußeisen gebraucht werde. In dem Berichte über die vom amerikanischen Gouvernement angeordneten Versuche sei angegeben, daß Rohre versucht wurden, welche nachdem sie gegossen waren und ehe sie probirt wurden, eine lange Zeit aufbewahrt gewesen waren. Ein Rohr welches sechs Jahre aufbewahrt gewesen war, hielt 800 Schuß aus ehe es zersprang, während ein anderes Rohr 2582 Schuß aushielt und nicht zersprang. Rohre derselben Art, die dreißig Tage nach dem Gusse probirt wurden, zersprangen das eine beim 84. und das andere beim 72. Schusse. Dies Resultat lasse möglicherweise erkennen, daß die größere Haltbarkeit, welche die vor einigen Jahren gegossenen, aber erst später gebrauchten Rohre im Vergleich mit denen von neuer Anfertigung zeigten, nicht wie man gewöhnlich annehme davon herrühre, daß das Metall damals von besserer Beschaffenheit als jetzt gewesen wäre, sondern davon daß die Rohre schon seit langer Zeit gegossen waren und die Spannungen, welche in Folge ungleichförmiger Zusammenziehung nach dem Gusse in ihnen vorhanden waren, aufgehört hatten, während diese Spannungen in den neuen Gußstücken noch eine nachtheilige Wirkung äußerten. Bei den zwei eben erwähnten Rohren wurde ermittelt, daß das Rohr welches nach 800 Schüssen zersprang, eine Festigkeit von 23000 Pfd. und das welches mehr als 2500 Schüsse aushielt ohne zu zerspringen, eine Festigkeit von 29000 Pfd. auf den Quadratzoll hatte. Von den Rohren welche 30 Tage nach dem Gusse probirt wurden, hatte das eine eine Festigkeit von 27000 und das andere von 37000 Pfd. auf den Quadratzoll des Durchschnitts. Diese beiden vor kurzem gegossenen Rohre hielten eine geringere Zahl von Schüssen aus, als die welche schon einige Jahre alt waren, obgleich das Metall dieser letzteren viel schwächer als das ihrige war. Man halte im allgemeinen dafür, daß Gußstücke nicht zu früh nach ihrer Anfertigung gebraucht werden dürfen. Beim Recken von Stahlstäben ziehe man es vor, sie wenn sie gegossen sind einige Tage stehen zu lassen, ehe sie unter den Schwanzhammer gebracht werden; Draht lasse man einige Zeit gestreckt, damit seine Partikel, ehe sie der Spannung aufs neue unterworfen werden, ihre relative Lage wieder einnehmen können. Es scheine ihm deshalb gute Aussicht für die erfolgreiche Anfertigung gußeiserner Geschützrohre vorhanden zu sein, wenn man gutes Gußeisen verwende und die Rohre hohl gieße und einige Zeit aufbewahre, oder selbst wenn sie massiv gegossen und aufbewahrt würden. Was die Festigkeit des Gußeisens anbetreffe, so habe er eine Probe, die auf der Probirmaschine in

Digitized by Google

Woolwich $19\frac{1}{2}$ Tonnen auf den Quadratzoll des Durchschnitts trug, ehe sie riß. Er glaube daß 8 Tonnen eine zu niedrige Annahme für das Gußeisen in einem Geschützrohre sei.

Ein anderer Punkt sei bislang übersehen. Die Expansivkraft des Schießpulvers sei verschieden geschätzt, zu 7 bis 70 Tonnen auf den Quadratzoll; auch sei gesagt daß die mittlere Festigkeit, welche als Widerstand gegen den Druck in einem gußeisernen Rohre vorhanden ist, nicht höher als $2\frac{1}{2}$ Tonnen auf den Quadratzoll angenommen werden könne. Offenbar wären diese Annahmen für die Kraft des Pulvers und die Festigkeit des Eisens nicht zu vereinigen. Es sei aber eine Sache vernachlässigt worden: die Durchschnittsfläche des Rohrs, welche den Druck zu tragen hat. Wenn ein Rohr von unendlicher Länge geladen würde, so wäre das Metall welches den Druck auszuhalten hat nur dasjenige an den Seiten des Rohrs, und auf diese Annahme sei die ganze Auseinandersetzung gegründet worden. Wenn dieses Metall auf jeder Seite gleich der Seele des Rohrs wäre, so würde für jeden, dem Drucke des Schießpulvers ausgesetzten Zoll 2 Zoll Eisen in Spannung oder durchzureißen sein. Fände, wie in einem 68-Pfünder bei der gewöhnlichen Ladung, der größte Druck auf eine Länge von ungefähr 15 Zoll statt, so wäre hier dasselbe Metall auf den Seiten und dazu ein Theil des ringförmigen Durchschnitts des Rohrs durchzusprengen, was $3\frac{1}{2}$ statt 2 Zoll Metall auf jeden Zoll der Druckfläche ausmacht. Dies scheine der Grund zu sein, weshalb ein vergleichsweise schwaches Metall einen Druck zu ertragen vermag, dem es auf den ersten Blick nicht gewachsen zu sein scheint. Hinsichtlich des Metalls welches der Spannung Widerstand leistet, könnte somit eine Verkleinerung des Spielraums günstig wirken; denn vergrößere dies auch den auf einen Quadratzoll im Rohre stattfindenden Druck, so werde fast die ganze Kraft des Schießpulvers nun zur Forttreibung des Projektils verwendet, man vermindere deshalb die Ladung und verkürze so den dem Drucke ausgesetzten Theil; es habe dann der zu durchbrechende ringförmige Durchschnitt ein größeres Verhältniß zu der Druckfläche, als bei einer längeren Ladung. Wäre diese Ansicht richtig, so würde sie ein Grund gegen die Anfertigung eines Geschützrohrs aus Reifen und noch mehr gegen die sinnreiche von dem Verfasser vorgeschlagene Anfertigung aus Draht sein, welche nur radiale Festigkeit giebt. Er glaube indessen, daß das Umwickeln mit Draht eine Genauigkeit der Spannung ermögliche, welche mit Reifen nicht erlangt werden kann. Die verschiedene Beschaffenheit des Metalls und die Schwierigkeit, Reifen auf $\frac{1}{300}$ Zoll genau anzulegen, welches wie gesagt wurde nöthig sei um den Erfolg zu sichern, wären unüberwindliche Mängel dieses Systems. Er stimme nicht mit der ausgesprochenen Meinung überein, daß wohl eine mit Draht bedeckte Röhre tadellos, aber ein starker Boden aus Draht nicht gemacht werden könnte. Einige von ihm in Verbindung mit Herrn E. A. Cowper angestellte Versuche mit Stahldraht von Nr. 22 des Saitendrahtmaßes — bei welchem

Digitized by Google

Maße die Zahlen in der umgekehrten Folge des Drahtmaßes laufen —, ergeben eine Festigkeit von 142 Tonnen auf den Quadratzoll. Noch ein anderer Umstand sei vorhanden, den man nicht übersehen dürfe. Wenn man annehme daß Rohre aus Reifen mit der in Fig. 5 angegebenen Genauigkeit gemacht werden könnten, so käme im Augenblicke der Explosion das ganze Rohr in gleiche Spannung; aber mit der Zeit würden die mit Spannung angelegten Reifen sich ausdehnen und die mit Kompression angelegten nachgeben. Mit der Zeit würden also diese Rohre schlechter, und nicht wie die gußeisernen besser.

Herr Capitain Scott von der Königl. Flotte

glaubte, daß das gewöhnliche gußeiserne Dienst-Rohr Alles was vernünftigerweise verlangt werden könne, leiste und mit Zügen versehen halten würde, wenn man nicht zu schwere Geschosse schießen wolle und den Zügen keine zu starke Windung gebe. Die Geschosse welche er gebrauche, wären einfache Gußstücke. Er habe sich bemüht ihnen die Form zu geben, bei welcher die Geschwindigkeit in der Luft und zugleich die Rotation so vollständig als möglich erhalten bleibt. Seine Geschosse wären so geformt, daß sie in drei Zügen Führung haben und wenig oder keine Luft mit herum nehmen. In dieser Hinsicht hätten sie einen großen Vorzug vor Polygonal- und mit Blei bekleideten Geschossen, welche beim Rotiren eine große Menge Luft mit herum führen müssen. Diesen Fehler habe er dadurch zu vermeiden gesucht, daß er so wenig als möglich von der cylindrischen Form abwich. Wenn eine solche oder überhaupt eine runde Form nicht genommen werde, wenn z. B. das Geschoß ein polygonales sei, so werde eine größere Anfangsrotation nöthig, als wenn das Geschoß eine Gestalt habe, bei welcher die Rotation besser erhalten bleibt. Deshalb wären diejenigen, welche die Polygonal-Form versuchten oder ein mit Blei bekleidetes Geschoß aus einem vielzügigen Rohre schießen, gezwungen gewesen, den Geschossen eine stärkere Rotation zu geben, als bei weniger Hervorragungen nöthig gewesen wäre. Seine Geschosse hätten ferner den Vortheil, daß sie billig und leicht in beliebiger Menge gemacht werden können, während die Anfertigung der künstlicheren Geschosse ihre Schwierigkeiten habe. Auch sehe er nicht ein, wie man sie in Kriegszeiten in großer Menge und ohne sie zu beschädigen, mitführen wolle, wogegen die gewöhnlichen gußeisernen Geschosse ohne Nachtheil in Masse transportirt und in freier Luft aufgestapelt werden können. Die von Herrn Haddan, Hrn. Britten und ihm selbst für Langgeschosse eingerichteten Rohre würden auch kugelförmige Geschosse schießen, und er halte es für gewiß daß solche immer die Seegefechte beendigen werden. Das Langgeschoß habe den besonderen Nachtheil, daß es beim Laden des Geschützes nicht wie eine Kugel gleich an den Boden rolle; außerdem sei im Nahgefecht kein Geschoß zerstörender als die Kugel. Sie habe eine größere Anfangsgeschwindigkeit und bringe in Brustwehren größere Beschädigungen hervor, als irgend ein bis jetzt versuchtes Lang-

Digitized by Google

geschoß. Er glaube deshalb daß die Umwandlung der jetzigen gußeisernen Rohre in gezogene in solcher Weise geschehen müsse, welche einen gewöhnlichen Kugelschuß zuläßt, ohne daß hierbei die Züge leiden. Es scheine eine allgemeine Abneigung gegen den Gebrauch gußeiserner Rohre vorhanden zu sein, weil man sie für unzuverlässig halte. Man habe gesagt, gußeiserne Rohre wären fast so spröde wie Glas und hielten die Schüsse nicht sicher aus. Er sei erstaunt solche Behauptungen zu hören, da er als ein mit dem Geschützwesen vertrauter Offizier während einer zwanzigjährigen Erfahrung nicht einmal den Unfall des Zerspringens eines Geschützes gesehen habe. Er glaube daß in Fällen wo Rohre zersprangen, dies entweder durch außerordentlich nachlässiges Laden, oder dadurch entstand daß sie der Luft Jahre lang ausgesetzt waren und durch Oxydation Gruben bekommen hatten. Er stimme der Annahme, daß ein Rohr einer langen Ruhezeit bedürfe um Festigkeit zu gewinnen, nicht bei. Er glaube daß einige Monate Ruhe nach dem Gusse für die Lagerung der Partikel nöthig sein können; aber wenn ein Rohr der Oxydation ausgesetzt würde, werde es schwächer von dem Augenblicke an wo letztere beginnt.

Hinsichtlich der Art wie neue Rohre gegossen werden sollten, halte er das Gießen über den Kern für sehr vortheilhaft, weil dann die innere Wand des Rohrs stark und hart und das Metall wegen seiner verringerten Dicke durchweg homogener werde. Die für den Hohlguß nöthigen Veränderungen der jetzigen Formkasten beständen einfach darin, das obere Ende zu ebenen und die Kernstange so einzurichten, daß sie durch einen paßlich eingerichteten Verschluß geht, damit sie sich, wenn sie durch das heiße Metall erhitzt wird, in Führungen ausdehnt. Bei so gegossenen Rohren werde die Abnutzung der Seelenwand durch das Langgeschoß sehr gering sein. Selbst bei dem gewöhnlichen 32-Pfünder, mit dem er zu Shoeburyness Versuche machte, der massiv gegossen war und deshalb vergleichsweise weiche Seelenwände hatte, konnte er nach dem Schießen seiner gußeisernen Langgeschosse kaum eine Schramme an den Zügen entdecken. Er war überrascht wahrzunehmen, daß die Reibung und folglich der Druck in den Zügen so gering war. Er glaube daß noch eine andere große Verbesserung beim Gießen eiserner Rohre eingeführt werden könnte. Jetzt, da sie massiv gegossen werden, gebe man ihnen, damit sie inwendig durch die Geschosse nicht abgenutzt werden, einen Grad von Härte welcher der Zähigkeit schade. Einige der in Woolwich gegossenen und zu hart befundenen Rohre, wurden nicht sogleich geprüft; als sie kürzlich probirt wurden, zersprangen sie, wie man erwartet hatte. Aber die welche später gegossen wurden, hielten die stärkste Probeladung vollkommen aus. Aus dem Zerspringen einiger gußeiserner Rohre könne unter solchen Umständen nichts Bestimmtes gefolgert werden. Die Faktorei in Woolwich sei neu gewesen, als die harten Rohre gegossen wurden, und alle neuen Etablissements wären ähnlichen Mißgriffen ausgesetzt. Die Fehler fielen in diesem Falle zum Theil dem gebrauchten

Digitized by Google

Eisen zur Last, welches von schlechter Beschaffenheit und außerordentlicher Härte war; als man besseres Eisen nahm, wurden die Rohre besser. Häufig würden die Rohre, nachdem sie gegossen sind, sehr roh behandelt. Je länger man ein Rohr in der Lage in welcher es gegossen wurde, abkühlen lasse, um so besser sei es; und wenn es über den Kern gegossen würde, könnte Zähigkeit der Masse neben genügender Härte der Züge erreicht werden. Die Bohrung sollte nach dem Gusse sorgfältig gerade und glatt gemacht werden, ohne daß man viel von den Wänden wegnehme. Was die Außenseite anbetreffe, so werde jetzt das aus der Gießerei gekommene Rohr abgedreht, so daß die Kruste oder der Theil des Rohrs weggenommen werde, welcher alles das verrichten würde, was von den schmiedeeisernen Bändern erwartet wird, nämlich das Eisen in seinem natürlichen und richtigen Zustande der Kompression zu erhalten. Das Rohr werde hierdurch nicht allein sehr geschwächt, sondern auch dem Rosten, welches nach längerer Zeit die Haltbarkeit des Metalls zerstöre, sehr ausgesetzt. Aber nicht genug daß man die äußere Rinde ganz entferne, nehme man sie auch ungleich weg, indem man Ringe und Lappen stehen läßt; und diese Ungleichheiten stören die beim Abfeuern eintretende richtige Vibration und Expansion der Theile des Metalls. Die ganze Kraft der Explosion und die heftigen Anschläge des Geschosses bringen eine starke Vibration in dem Rohre hervor. Diese Vibration sei am stärksten, wenn das Geschoß in Bewegung gekommen ist und noch nicht die hinreichende Geschwindigkeit erlangt hat, welche das vermehrte Volumen und den größeren Druck der Pulvergase ausgleicht. An den gewöhnlichen Dienst-Rohren sei eine Hervorragung an der Mündung, am Boden und an den Schildzapfen, welche die Expansion und Vibration stören.

Ein anderer Nachtheil der Hervorragung an der Mündung sei auf den Schiffen der, daß man dadurch einen Grad in der Elevation und Depression, so wie in der Seitenrichtung verliert. Jetzt wo die großen Schußweiten verlangt würden, einen Grad Elevation und Depression aufzugeben, um den unnützen Wulst an der Mündung beizubehalten, sei ungereimt. Er erwähne diese Dinge nur, um zu zeigen daß die Angelegenheit noch nicht vollständig untersucht ist. Keine Prüfungs-Kommission habe Zeit, in die Details der weitläufigen und wichtigen Frage nach der Verbesserung der gußeisernen Rohre einzugehen; sie habe ihre Hände so voll anderer Geschäfte, daß dies unmöglich zu sein scheine.

Herr Capitain Boxer von der Königl. Artillerie

sagte, der hauptsächliche Gegenstand der Abhandlung sei die Anfertigung der Geschützrohre, welche der Verfasser als eine Sache bezeichne, zu deren Behandlung der Civil-Ingenieur der heutigen Zeit besser als irgend sonst Jemand befähigt sei. Der Capitain Boxer könne dieser Meinung nicht beipflichten. Ein einzelner Civil-Ingenieur möge mehr als ein einzelner Offizier der Königl. Artillerie befähigt sein, einen

Digitized by Google

Gegenstand dieser Art mit Erfolg zu behandeln; das sei eine persönliche Frage, welche die allgemeine Behauptung nicht berührt. Man solle sich vergegenwärtigen, daß es nicht allein das Geschäft und die Pflicht des Artillerie-Offiziers ist, sich mit den Eigenschaften verschiedener Materialien, als Metalle, Holz u. a. durchaus bekannt zu machen; sondern daß er auch verbunden ist, die Sache mit Bezug auf die eigenthümlichen Wirkungen zu erforschen, welche das entzündete Schießpulver unter verschiedenen Umständen auf diese Materialien äußert. Man werde wohl zugestehen, daß diese besonderen Dinge nicht für einen wesentlichen Theil der Berufs-Erfordernisse des Civil-Ingenieurs gehalten werden können.

Der Verfasser habe sich in seiner Sprache über die Artillerie-Prüfungs-Kommission der Schmeichelei nicht schuldig gemacht. Da der Capitain Boxer zur Zeit als diese Erfindung der Kommission vorlag, ein Mitglied der letzteren war, so könne er als Antwort auf die betreffenden Bemerkungen sagen, daß der Verfasser ganz recht habe, wenn er nur beabsichtigte darzuthun, daß der Vorschlag nicht angenommen oder vielmehr nicht zur Annahme empfohlen wurde; denn von hundert Entwürfen, welche der Kommission vorgelegt werden, würde vielleicht nicht einer zur Annahme empfohlen. Aber wenn man daraus folgern wollte, daß die Gegenstände welche vor die Regierung gebracht und der Prüfungs-Kommission überwiesen werden, nicht richtig geprüft oder gehörig beachtet, sondern ohne die schuldige Untersuchung verworfen würden, so sei das eine Ansicht, welche man hätte begründen sollen. Der Capitain Boxer glaube nicht, daß Insinuationen gegen die Kommission gute Folgen hätten; auch halte er es nicht für recht, Bemerkungen dieser Art zu machen, wenn die Kommission nicht die Gelegenheit habe darauf zu antworten.

Der Verfasser gebe an, daß er aus seinen eigenen Experimenten die Kraft des Schießpulvers zu 17 Tonnen auf den Quadratzoll bestimmt habe. Da der Capitain Boxer das zur Ermittelung dieses Drucks angenommene Verfahren nicht kenne, so könne er nicht sagen, ob in der Art des Experimentirens oder in den Folgerungen aus den Versuchen ein Fehler enthalten sei. Er wolle aber bemerken, daß die Frage nach der Expansivkraft des Schießpulvers die größten Denker beschäftigt hat, und daß demungeachtet und ungeachtet der sorgfältigen, die höchsten mathematischen Kenntnisse erfordernden Berechnungen, welche von Männern angestellt wurden die mit der Sache genau bekannt waren, noch keine befriedigenden Resultate erlangt sind. Hinsichtlich der Kraft des Schießpulvers wären zwei Hauptpunkte zu beachten: erstens ein gewisser bestimmter Druck, welcher die statische Kraft genannt werden könnte, oder die Kraft welche dem Geschosse die Bewegung in der Seele des Rohrs ertheilt; und zweitens eine zu dieser hinzukommende Stoßkraft, welche anderer Art als die erstere ist und hauptsächlich strebt, das Material des Rohrs zu zerstören. Was die erste Kraft oder den Gasdruck anbetrifft, so könne zwar der mittlere Druck, welcher

Digitized by Google

auf die Wände des Rohrs wirkt, während das Geschoß die Seele durchfliegt, durch Ermittelung der Anfangsgeschwindigkeit bestimmt werden, die einem Geschosse von bekanntem Gewichte in einem Rohre von bekannter Länge ertheilt wird; wenn man aber versuche, die Anfangskraft zu bestimmen oder den Druck der Gase im Augenblicke ihrer Entstehung, wenn sie den Theil der Bohrung ausfüllen, der ursprünglich von der Pulverladung eingenommen wurde, so werde man finden daß die Sache möglichst große Schwierigkeiten hat. Er habe sich niemals überzeugen können daß eine richtige Lösung gefunden sei, und er glaube daß die große Verschiedenheit der Meinungen, welche über diesen Gegenstand existiren, seine Ansicht bestätige. Hinsichtlich des zweiten Punktes, nämlich der vom Pulver außer dem statischen Drucke ausgeübten Perkussionskraft, welche hauptsächlich das Rohr zu zerreißen strebt, wolle er bemerken daß bei der Explosion des Schießpulvers ohne Zweifel eine Kraft entsteht, die den Charakter einer Perkussion hat, oder eine Wirkung hervorgebracht wird der gleich, welche eintritt, wenn ein in Bewegung befindlicher Körper mit einem in Ruhe befindlichen in Berührung kommt. Diese im Augenblicke der Explosion erzeugte Kraft könne mit irgend einem statischen Drucke nicht gemessen oder verglichen werden, und er glaube, der große Widerstreit der Meinungen stamme daher, daß diese Kraft nicht in Rechnung gezogen wurde oder daß man einen falschen Begriff von ihr hatte.

Es scheine jetzt Mode zu sein, das Gußeisen als ein Material für Geschützrohre zu verdammen. Er glaube, es wäre voreilig dies zu thun. Erstens müsse man bedenken, daß Gußeisen gute Dienste geleistet hat und während vieler Jahre als ein schätzbares Material für Geschützrohre erkannt ist. Man dürfe es deshalb nicht ohne sorgfältige Prüfung verwerfen. Ohne Zweifel sei durch die Einführung der gezogenen Geschütze und der großen Kaliber zum Schießen von Vollgeschossen der von den Rohren auszuhaltende Druck sehr vergrößert, d. h. der Druck sei in solchen Rohren größer als in den früher gebrauchten von kleinerem Kaliber. Es sei also klar daß, wenn Gußeisen verwendet werden soll, eine stärkere Art dieses Metalls nöthig wird als bisher genügte. Er sei aber der Meinung, daß man durch sorgfältige Erforschungen ein Metall erhalten und eine Art, dasselbe zu behandeln, entdecken könne, welche es möglich mache, Gußeisen mit Vortheil für gezogene, nach richtigen Grundsätzen konstruirte Geschützrohre zu verwenden. Es wären gußeiserne Rohre gemacht, die eine außerordentlich große Widerstandsfähigkeit besaßen; aber es sei wesentlich daß die Gleichmäßigkeit in dieser Hinsicht gesichert werde. Er glaube daß eine genaue Untersuchung eine Mischung von Gußeisen liefern könnte, welche alle nothwendigen Eigenschaften eines guten Geschützmetalls besäße. Es scheine ihm aus diesen Gründen, daß das Gußeisen nicht ganz und gar verworfen werden sollte, daß es vielmehr zukünftig wieder in Gebrauch kommen werde. Außerdem frage es sich noch, ob nicht Gußstahl oder irgend eine Zubereitung des Gußeisens der Absicht

Digitized by Google

besser entspräche, als das Reifen- oder Draht-System oder als die Zusammensetzung der Rohre nach Art derjenigen Sir William Armstrong's.

Herr Longridge

machte die Bemerkung, daß er irgend etwas Schmälerndes über die Artillerie-Prüfungs-Kommission nicht gesagt habe. Er habe nur Thatsachen angeführt; wenn diese den eben angedeuteten Eindruck hervorbrachten, so bedauere er das, sei aber nicht verantwortlich dafür.

Herr Capitain Blakely von der Königl. Artillerie

meinte, da der Name des Lieutenants Rodman erwähnt worden sei, könnte es die Versammlung interessiren zu erfahren, daß dieser ausgezeichnete Offizier kürzlich ein Rohr über einen hohlen Kern mit vollkommenem Erfolge gegossen habe, obgleich das Gewicht des Rohrs 39 Tonnen betrug. Er könne hinzufügen, daß der Plan des Lieutenants Rodman eine andere Anwendung des von dem Verfasser der Abhandlung dargelegten Prinzips und zuerst in den Vereinigten Staaten 1851 eingeführt sei.

Sir Charles Fox

sagte, vor einigen Jahren habe er die Ansicht ausgesprochen, daß es wichtig wäre solche Zustände in einem Geschützrohre zu erlangen, welche bei der Explosion die ganze Dicke des Rohrs nützlich machen würden. Dies sei, wie er glaube, bis jetzt niemals erreicht. Einmal glaubte er, eine Art es zu bewirken entdeckt zu haben; aber im jetzigen Augenblicke bekenne er, daß er große Schwierigkeiten sehe, zu einem solchen Resultate zu gelangen. Wenn ein Rohr aus getrennten Theilen zusammengesetzt werde, ohne daß diese durch Löthen oder Schweißen mit einander in Verbindung gebracht würden, so werde es sich, wie er glaube, dereinst und zwar bald als unbrauchbar erweisen. Man könne zwar Rohre anfertigen mittelst einer Röhre für den inneren Theil, deren Außenseite zu einem Kegel genau abgedreht würde und auf welche man durch hydraulischen Druck verschiedene Schichten hohler Cylinder mit den passenden Graden von Kraft so aufpresse, daß die richtige Anfangs-Spannung in jedem Theile gesichert sei; er glaube aber, schon ein geringer Gebrauch eines solchen Rohrs würde den Zustand seiner Theile so verändern, daß alle Vortheile dieser kostspieligen Konstruktionsart vernichtet würden. Die Schwierigkeit, ein Rohr durch Drahtumwickelungen zu verfertigen, insbesondere seinen Boden zu machen, sei so gut erkannt, daß er nicht darauf zurückzukommen brauche. Er glaube, man werde am Ende finden daß irgend eine äußerst dichte und homogene Legirung, welche gegossen und ohne unter den Hammer gebracht zu sein gebraucht würde, das beste Rohr liefert. Bestände ein Rohr aus einer Legirung, welche sehr große Dichtigkeit besitzt, so würde eine größere Menge des verwendeten Metalls der explosiven Gewalt des Pulvers Widerstand leisten, als bei Metallen von größerer Elasticität. Die besten

Digitized by Google

Rohre möchten deshalb, wie ihm scheine, aus einer Mischung des Eisens mit andern Metallen, wie Wolfram und Titan, welche die größte Festigkeit und Dichtigkeit giebt, zu machen sein. Herr Mushet habe eine große Dichtigkeit bei einer Legirung des Eisens mit einem kleinen Procentsatze von Wolfram, und eine große Festigkeit bei dem Gebrauche des Titans gefunden. Er sei also geneigt anzunehmen, daß die aus den dichtesten Legirungen gegossenen Rohre im Verhältniß ihrer Dicke einen größern Erfolg versprechen, als man durch irgend ein kompliciertes und theueres Konstruktions-Verfahren erreichen kann.

Herr F. A. Abel

sagte, die Erörterungen schienen vorzugsweise auf mechanische Einzelnheiten gerichtet zu werden, auf die Behandlung des Metalls und seine Verwandlung in die angemessenste Form, um wiederholten heftigen Kraftäußerungen zu widerstehen. Einige Angaben welche er als Chemiker des Kriegs-Departements machen könne, würden mehr den Vergleich der chemischen Eigenschaften der für Geschützrohre verwendbaren Materialien betreffen. Er habe die Bemerkungen gehört, welche sowohl von Civil-Ingenieuren als von Artillerie-Offizieren über das beste System der Geschützrohr-Konstruktion und über die Materialien, welche hierbei zu gebrauchen wären, gemacht wurden. Sowohl mit den Vertheidigern als mit den Gegnern des Gußeisens stimme er einigermaßen überein, glaube aber nicht daß man das Gußeisen als völlig unzuverlässig für gezogene Kanonen bezeichnen könne. Er hege diese Meinung, weil die chemische Untersuchung einer großen Anzahl von Gußeisenproben, die aus verschiedenen Quellen stammten und entweder aus dem Hohofen genommen wurden oder wiederholte Umschmelzungen erfahren hatten, ihn zu dem Schlusse geführt habe, daß man die Gleichmäßigkeit dieses Materials in hohem Grade in der Gewalt hat. Er habe Proben aus einigen der besten Eisenwerke untersucht und mit ihnen andere, die in denselben Werken in Zwischenräumen von zwei oder drei Jahren gewonnen waren, verglichen und ihre Beschaffenheit in chemischer Beziehung fast identisch gefunden. Verschiedenheiten in der Dichtigkeit und anderen physikalischen Eigenschaften, die von der Temperatur bei welcher das Metall gegossen wurde und anderen Umständen herrühren, könnten vorhanden sein; aber die Regelung solcher Unterschiede habe der Gießer und Ingenieur in der Hand. Wenn man also finde, daß man das Gußeisen bei aufmerksamer Behandlung fast vollkommen gleichmäßig bekommen kann, so sollte diesem Materiale einiges Vertrauen geschenkt werden. Gleichzeitig müsse man die wichtigen Resultate der weiteren Behandlung des Gußeisens nicht aus den Augen verlieren. Durch zunehmende Entkohlung könne es der Natur des vollkommenen Stahls nahe gebracht werden oder die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens gewinnen. Vor wenigen Jahren konnten solche Verwandlungen nur in einem kleinen Maßstabe oder mittelst eines

Digitized by Google

äußerst mühsamen Verfahrens bewerkstelligt werden; jetzt führe man sie in ausgedehntem Maße aus, so daß von diesem Produkte Massen von großen Dimensionen gewonnen werden können. Unter anderen habe Herr Bessemer Resultate erhalten, welche nicht übergangen werden sollten. Er glaube, man werde ihre Wichtigkeit erkennen, besonders wenn man bedenke, was in dieser Richtung von Herrn Krupp in Preußen schon geleistet ist. Man habe ein in seiner Fabrik in Essen verfertigtes Gußstahlrohr in diesem Lande probirt und gefunden, daß es fast unmöglich war es zu zersprengen. Das Rohr werde in einer Masse gegossen und diese Fabrikationsart werde in Preußen so wirksam betrieben, daß dort die gezogenen Feldgeschütze jetzt ausschließlich aus diesem Materiale angefertigt werden, in der sicheren Erwartung daß sie den in Frankreich und England gemachten Rohren gleichkommen. Es scheine ihm daß die mit diesen Materialien bereits gewonnenen Resultate nicht vernachlässigt werden, sondern daß die betreffenden Autoritäten die dargebotene Gelegenheit so viel als möglich benutzen sollten, um ohne Täuschung zu prüfen, was Rohre von diesem Materiale im Vergleich mit gußeisernen und mit aus Schmiedeeisen zusammengesetzten Rohren leisten. Es scheine ihm daß man eine sehr große Zahl möglicher Fehlerquellen vermeiden würde, wenn man ein für die Anfertigung eines leichten und dauerhaften Rohrs taugliches Material in einer Masse erhalten könnte; man brauche dann nicht auf eine Menge von Einzelnheiten zu bauen, die wohl den richtigsten theoretischen Regeln entsprechen, deren vollkommene praktische Ausführung aber große Schwierigkeiten hat. Seiner Meinung nach sei es fraglich, wie weit man auf die verschiedenen Vorschläge hinsichtlich der Konstruktion der zusammengesetzten Rohre eingehen dürfe, so lange die Frage, ob gezogene Kanonen aus einer Masse dauerhaft verfertigt werden können, nicht vollständig und richtig entschieden ist. Er nehme im Voraus an, daß die in großen Massen gegossenen Metalle wie Gußstahl oder homogenes Eisen, abgesehen von den Kosten, bessere Resultate liefern müssen, als andere in Vorschlag gebrachte Materialien.

In Erwiederung auf eine Anfrage theilte er mit, daß er darauf geleitet wurde, einige Versuche über die Verbindungen des Phosphors mit dem Kupfer anzustellen. Er habe gefunden, daß ein geringer Zusatz jenes Stoffes, nämlich von 2 bis 4 Procent Phosphor zum Kupfer ein Metall hervorbringt, welches durch seine Dichtigkeit und Zähigkeit merkwürdig und dem gewöhnlichen Kanonenmetalle (der unter diesem Namen bekannten Legirung von Kupfer und Zinn) in jeder Beziehung überlegen ist. Er glaube, daß die mittlere Spannung bei welcher das Kanonenmetall reißt zu 31000 Pfund auf den Quadratzoll angegeben werden kann, während das Material welches er durch den Phosphorzusatz zum Kupfer erhielt, 48000 bis 50000 Pfd. trug. Die vergrößerte Zähigkeit sei aber nicht das einzige vortheilhafte Resultat, welches man durch diese Behandlung des Kupfers gewinne. Das Material sei durchaus gleichmäßig, was bei dem Kanonenmetall fast niemals der Fall

Digitized by Google

sei. Die erwähnten Versuche wären nur vorläufige; sie wären einigermaßen gestockt, als seit den in der Anfertigung der Feldgeschütze eingeführten Verbesserungen die Anwendung des Kanonenmetalls aufhörte.

Herr C. A. Cowper

erklärte die Einrichtung der schwedischen Perkussions-Bombe, welche noch nicht erwähnt worden sei. Es wäre eine gewöhnliche runde, im Innern einen Perkussionssatz enthaltende Bombe, in der Röhren sind, die mit Zündhütchen versehen werden können. Das Ende der einen Röhre, welche nach dem Boden des Geschützrohrs hin liege, habe kein Hütchen, so daß die Bombe von dem Stoße der entzündeten Pulverladung nicht explodiren könne. Sobald die Bombe aber mit irgend einem Gegenstande in Berührung komme, brächten die Hütchen dieselbe durch die Perkussionswirkung zum Krepiren. Das sei eine gute Einrichtung; aber bei dem Gebrauche gezogener Geschütze reiche es hin, ein Hütchen auf das Ende des Geschosses zu setzen. Ein gut getalgter elastischer Ring oder Spiegel werde hinter der Bombe angebracht, so daß er von dem Stoße des Pulvers zwischen letztere und das Rohr getrieben werde, den Spielraum ausfülle und zur Genauigkeit des Schusses beitrage. Dies Verfahren lasse eine Verminderung der Pulverladung zu und verhindere das Anschlagen der Bombe an den Wänden des Rohrs.

Einige der wesentlicheren Unterscheidungen, die zwischen den verschiedenen in der Abhandlung oder in den Verhandlungen über dieselbe erwähnten Geschütz-Konstruktionen beständen, könnten folgendermaßen tabellarisch zusammengestellt werden:

Bezeichnung.	Rohr.		Geschoß.		Spielraum.		Druck weichend. Geschoß im Rohre ausübt.	Umwandlung der Dienst-Rohre möglich
	für	gegen	für	gegen	für	gegen		
Das Dienstrohr	wohlfeil; stark.	Trefffähigkeit schlecht.	einfach; wohlfeil.	zu leicht.	—	schlecht.	gering.	—
D. schwed. Rohr	dgl.	Trefffähigkeit besser.	desgl.	dgl.	sehr klein.	—	dgl.	—
Enfield	stark gute Trefffähigkeit.	—	einfach; schwer.	—	dgl.	—	dgl.	—
Lancaster . . .	Trefffähigkeit g. Kosten mäßig.	schwächere Form.	einfach; Schmiedeeisen.	theuer; Schmiedeeisen.	klein, wenn mit gutem Spiegel.	—	groß.	ja.
Armstrong . .	Trefffähigkeit g. stark.	theuer; Kammerladung.	schwer.	theuer; Blei u. Eisen.	klein.	von vorn nicht zu laden.	dgl.	—
Whitworth . .	Trefffähigkeit g.	theuer; schwache Form.	dgl.	sehr theuer paßlich zu machen.	klein.	Kosten des Anpassens.	dgl.	—
Britten	dgl. wohlfeil.	—	dgl.	Blei u. Eisen zusammengesetzt.	klein.	Kosten des Bleis.	mäßig.	ja.
Haddan	dgl. dgl.	—	wohlfeil; schwer.	—	sehr kl. b. gutem Spiegel	—	dgl.	dgl.
do. verbesserte Bohrung . .	dgl. dgl. st. Form.	—	dgl. dgl.	—	dgl.	—	klein	dgl.

Digitized by Google

Das gewöhnliche Dienstrohr sei von einer starken und wohlfeilen Form, aber seine Treffsähigkeit schlecht; das Geschoß sei wohlfeil und von einfacher Konstruktion, aber zu leicht und habe zu viel Spielraum. Die vom Geschosse hervorgebrachte Spannung im Rohre sei gering, aber es sei eine starke Pulverladung nöthig, um den durch den Spielraum eintretenden Verlust auszugleichen. Ein Streben das Rohr aufzudrehen oder aufzusprengen, als wenn das Geschoß wie ein Hebedaumen wirkt, sei nicht vorhanden. Das schwedische Rohr sei stark und wohlfeil, seine Treffsähigkeit besser; das Geschoß auch wohlfeil und einfach, aber zu leicht. Das Rohr habe wenig Spielraum und sei eine große Verbesserung gegen das gewöhnliche Rohr. Das Enfield-Rohr (die Handfeuerwaffe) sei stark, die Treffsähigkeit gut, das Geschoß sei lang und von Gestalt einfach; es sei fast kein Spielraum und dennoch wenig von dem Geschosse herrührender Druck vorhanden. Das Lancaster-Rohr habe eine gute Treffsähigkeit und werde mit mäßigen Kosten angefertigt; es sei von einfacher Form, werde jedoch durch die Ovalbohrung geschwächt. Das Geschoß sei einfach, da es nur aus einem Materiale — Schmiedeeisen — bestehe, aber theuer. Bei Anwendung guter Vorschläge sei wenig Spielraum vorhanden. In dem Projektile liege eine Gefahr, das Rohr zu zersprengen. Ein Vortheil dieses Systems sei, daß die gewöhnlichen Dienst-Rohre dazu verwendet werden können. Bei dem Armstrong-Rohre sei die Treffsähigkeit gut, das Geschoß schwer, aber theuer, da es genau passend gemacht werden müsse und zu demselben Blei, Antimon und Eisen gebraucht werden. Der Spielraum sei klein, weil die hervorragenden, aus Blei und Antimon bestehenden Ringe des von hinten eingesetzten Geschosses größer wären als die Seele des Rohrs. Das Rohr sei sehr theuer. Bei dem Whitworth-Rohre sei die Treffsähigkeit gut, das Geschoß schwer, seine Anfertigung indeß kostspielig. In einzelnen Fällen schlössen die Geschosse so eng in der Seele, daß wenn man einen Finger auf das Zündloch halte und das Geschoß im Rohre herunterstoße, es zurückspringe sobald man es loslasse. Das Rohr sei von ziemlich schwacher Form und koste sehr viel. Das dazu verwendete Material sei sehr theuer, aber dem Zwecke bewundernswürdig angepaßt, da es in der That eine Art schweißbaren Stahls sei. Britten's Rohr habe eine einfache Form und gute Treffsähigkeit, die Projektile wären schwer und in sofern gut; da sie aber aus Eisen und Blei zusammengesetzt wären, könnten sie in Menge zusammen gepackt leicht beschädigt werden. Der Spielraum sei klein, da das Blei durch den Stoß des Pulvers ausgespannt werde und die Bohrung ausfülle. Das Geschoß mit Blei zu umgürten koste nicht viel. Haddan's Rohre wären wohlfeil, die Projektile wären etwas wohlfeiler als gewöhnliche Bomben und schwer, sie wögen 92 Pfd. für einen 68-Pfünder. Der Spielraum sei klein, zufolge des sich erweiternden Spiegels, der die Seele ausfülle und zugleich während der Bewegung des Geschosses in der Seele dessen Achse in der Mitte der Bohrung halte. Die gewöhnlichen Dienst-Rohre

Digitized by Google

könnten nach diesem Plane verändert werden, was für jedes Rohr etwa fünf und zwanzig Schillinge kosten würde und, wie bei dem Britten-Rohre, an Bord der Schiffe geschehen könnte. Die Pulverladung sei von der gewöhnlichen von 16 Pfd. auf 10 Pfd. herabgesetzt und die Schußweite bei vorzüglicher Trefffähigkeit auf 3000 Yards vergrößert. In der verbesserten Form der Bohrung gebe das Projektil zum Zerspringen des Rohrs sehr wenig Veranlassung, und die Form selbst sei stark, da sie beinahe ein Kreis sei.

Bei den drahtumwundenen Rohren müsse noch nachgewiesen werden, daß dem Boden dieselbe Festigkeit gegeben werden könne, wie dem Rohre selbst, dessen Ausführbarkeit außer Zweifel sei; bei der Explosion sei der Druck auf den Boden so groß als auf das Geschoß und auf die Seiten des Rohrs. Was die eisernen Rohre anbetreffe, die gegossen oder in einer Masse aus Stahl oder stahlartigem Eisen geschmiedet würden, so schlage er vor sie hohl zu schmieden, damit sie von der inneren Seite abkühlen können. Er würde einen Strom von Wasser, Luft, Dampf, oder Wasser und Luft, oder Wasser und Dampf in der Form von Regen anbringen und gleichzeitig, während die innere Seite abkühlt, das äußere Metall mittelst eines schweren Dampfhammers gegen dieselbe drücken, so daß nach der vollständigen Erkaltung des Rohrs die innere Seite beträchtlich zusammengedrückt und die äußere entschieden in Spannung wäre. Die verschiedenen Schichten des Metalls zwischen der äußeren und inneren Seite würden dann eine sich regelmäßig abstufende Reihe bilden. Er glaube daß auf diese Weise die Vorstellung von den verschiedenen Spannungen in der gleichartigen Masse vollkommen und, wie er sagen möchte, wissenschaftlicher als bei dem Reifen- oder Draht-Systeme verwirklicht werden könnte.

Die Möglichkeit, große Schußweiten zu erreichen, hänge wie ihm scheine viel mehr von der Festigkeit des Metalls im Rohre als von dem Durchschnitte der Züge, der Stärke des Dralls oder der Kammerladung ab. Ohne Zweifel sei es nöthig, daß das Geschoß das Rohr mit einigem Drall durchlaufe und sehr wenig Spielraum habe, damit es die ganze Wirkung der gebrauchten Pulvermenge bekomme. Die Pulverladung und die Festigkeit des Rohrs sei dabei von großer Bedeutung, denn offenbar müsse eine $^1/_5$ geschoßschwere Ladung das Projektil weiter treiben als eine $^1/_9$ oder $^1/_8$ geschoßschwere.

Herr W. Strode

sagte, er bemerke in der eben benutzten Tabelle, daß das Enfieldgewehr als stark und seine Trefffähigkeit als gut bezeichnet sei. Er halte im Gegentheil das Metall des Laufs für so schwach, daß es durch äußerliche Veranlassungen, als das Auf- oder Abstecken des Bajonetts beschädigt werden könne. Die Trefffähigkeit sei nicht gut, denn das Geschoß sei zu klein, und er glaube daß die Kugeln oft gar nicht in

Digitized by Google

die Züge faſſen. Er beſitze eins der gebräuchlichen Geſchoſſe, welches er aus Alderſhott erhalten habe; es ſei in dem Enfieldlaufe ganz loſe.

Herr Capitain Jervis von der Königl. Artillerie

erwiederte, er könne die eben gemachten Bemerkungen nicht begreifen. Eine Enfieldkugel gebe es nicht. Den Durchmeſſer des im Dienſte gebräuchlichen Geſchoſſes habe man des Pulverſchmutzes wegen etwas verkleinert, aber die Genauigkeit des Schuſſes ſei hierdurch nicht beeinträchtigt.

Herr Lancaſter

meinte, die Unterſuchung des vorliegenden Gegenſtandes, welche ſo ausführlich geworden ſei, ſollte nicht ohne einige Bemerkungen über das, was in anderen Ländern geleiſtet wurde, geſchloſſen werden. Der Profeſſor Daniel Treadwell der Vereinigten Staaten von Amerika habe dieſer Sache ſeit vielen Jahren ſeine beſondere Aufmerkſamkeit zugewendet. Die Ergebniſſe wären in einer, vor der amerikaniſchen Akademie geleſenen Schrift*) mitgetheilt, welche durch den darin enthaltenen Grad von Scharfſinn, Gelehrſamkeit und tiefer Forſchung bemerkenswerth ſei. Das darin vertretene Prinzip ſei das der Benutzung einer gußeiſernen Matrize, deren äußerer Umfang von Ende zu Ende eine Schraube bilde, und der Anwendung heiß aufgelegter ſchmiedeeiſerner Ringe. Auf den äußeren Umfang dieſer Ringe werde wieder eine Schraube geſchnitten, wenn man eine zweite Reihe von Ringen hinzufüge. Der Profeſſor Treadwell erhielt die folgenden merkwürdigen Reſultate. Er ſagt: „In den Jahren 1841 bis 1845 habe ich an zwanzig Kanonen von Schmiedeeiſen gemacht. Sie wurden alle aus Ringen oder kurzen hohlen Cylindern gebildet, die aus Stangen beſtanden, welche ſpiralförmig auf eine Spindel gewunden waren, dann geſchweißt und in Geſenken geformt, im Ofen in der Schweißhitze aufrecht vereinigt und darauf in einer Form durch eine hydrauliſche Preſſe von 1000 Tonnen Kraft zuſammengedrückt wurden. Da ich im Anfange der Fabrikation fand, daß die Weichheit des Schmiedeeiſens ein großer Fehler war, gab ich den ſpäter verfertigten Rohren eine innere Wand von Stahl, indem ich die ſchmiedeeiſernen Stangen auf einen vorher gebildeten Stahlring wand. Acht dieſer Rohre waren 6-Pfünder vom Modelle der gewöhnlichen bronzenen der Vereinigten Staaten, und elf waren 32-Pfünder von etwa 80 Zoll Seelenlänge und 1800 Pfd. Gewicht. Sechs von den 6-Pfündern und vier von den 32-Pfündern

*) „On the Practicability of constructing Cannon of great calibre, capable of enduring long-continued use under full charges.“ By Daniel Treadwell. From the Memoirs of the American Academy.

Digitized by Google

wurden für die Vereinigten Staaten gemacht. Alle wurden den schwersten Proben unterworfen. Einer der 6-Pfünder hielt, mit den gewöhnlichen Ladungen beginnend und mit 10 Schüssen zu 6 Pfd. Pulver und 7 Kugeln endigend, 1560 Schüsse aus ohne wesentliche Beschädigung. Um einen der 32-Pfünder zu zerstören, bedurfte es einer Reihe von Ladungen, die mit 14 Pfd. Pulver und 5 Kugeln endete, obgleich das Rohrgewicht nur 60 Kugeln betrug."

Was die Lancaster-Rohre anbetreffe, so sei es wahr daß in der Krimm drei derselben an der Mündung zersprangen; man müsse aber wissen, daß die welche sich mangelhaft erwiesen, nach seinem Systeme oval gebohrte Dienstrohre, und nicht die für den Zweck besonders verfertigten Rohre waren. Man nehme gewöhnlich an, daß die Bombe durch ihre Bewegung in der Seele das Rohr zersprenge. Die Sache sei einfach die, daß anfänglich die Bomben aus zwei Stücken bestanden, indem ihre Grundfläche an den oberen Theil geschweißt wurde. Diese Schweißung war oft unvollkommen ausgeführt; im Augenblicke der Explosion drang dann die Flamme der Geschützladung durch die mangelhafte Schweißstelle zu dem Pulver in der Bombe. Dies im Betrage von 12 Pfd. war gerade in dem Augenblicke, wo die Bombe im Begriffe war das Rohr zu verlassen, völlig entzündet. Es konnte also lediglich eine Frage der Zeit sein, ob die Bombe in oder vor dem Rohre krepirte. Wenn sie in die Mündung krepirte, so war die Zerstörung des Rohrs die natürliche Folge. Unmittelbar nachdem dieser Fehler in der Anfertigung der Bomben entdeckt war, geschahen Schritte ihn zu verbessern. Die Bomben wurden nun statt aus zwei Stücken aus einem Stücke Eisen gemacht. Die Mündung des Rohrs wurde durch einen umgelegten schmiedeeisernen Ring verstärkt, damit das Rohr, falls einmal durch einen Zufall Bomben aus dem alten Vorrathe gebraucht würden, stark genug wäre solchen Zufälligkeiten zu widerstehen. Die Rohre wurden nun den Anforderungen des Dienstes völlig entsprechend befunden.

Herr C. W. Siemens

sagte, er habe vor mehren Jahren einige praktische Erfahrung in dem Gebrauche der Geschütze gehabt und die Fortschritte, welche seitdem in ihrer Konstruktion gemacht wurden, mit großem Interesse verfolgt. Hinsichtlich des Gegenstandes der Abhandlung habe man den Einwurf erhoben, daß ein nach dem Plane des Verfassers konstruirtes Rohr der Länge nach nicht genug Festigkeit besitze. Er habe sich gedacht, daß man die Festigkeit in der Längenrichtung des Rohrs sehr vergrößern könnte, wenn man es statt mit Draht mit gerippten Stahlstreifen spiralförmig umbinde. Auf solche Art würden seiner Schätzung nach zwei Drittel von der ganzen Festigkeit der Streifen in der Längenrichtung genützt werden. Er schlage vor, auf der inneren Schale des Rohrs, und rückwärts über die Bohrung hinaus, spiralförmige und den Rippen der Streifen entsprechende Rillen einzuschneiden. Die Schichten

Digitized by Google

sollten mit verschiedener Spannung angelegt werden, während das Rohr sich in einem Löthbade dreht, um sie mit einander zu verbinden. Die innere Schale des Rohrs müßte seines Erachtens von einem gleich harten und zähen Materiale sein; er zweifele nicht, daß man das brauchbarste Rohr aus einem festen, aber geschmeidigen, durch Hämmern gut verdichteten Gußstahle machen würde. Solche Rohre würden von Herrn Krupp in Essen verfertigt. Nach einem Berichte des Obersten Orges scheine es, daß die deutschen Gußstahlrohre hinsichtlich der Festigkeit die befriedigendsten Resultate geliefert haben. Eine Stange dieses Materials von einem Zoll Quadrat habe ein Gewicht von 50 Tonnen getragen, wogegen eine Schmiedeeisen-Stange von denselben Dimensionen bei 33 Tonnen riß. Herrn Krupp's Rohr ertrug einen $5^1/_2$ mal so großen inneren Druck als ein gewöhnliches gußeisernes Rohr von denselben inneren und äußeren Durchmessern, und einen 3 mal so großen als den, welcher einen bronzenen Cylinder derselben Dimensionen zersprengte. Herr Krupp mache jetzt dreihundert Rohre für die Preußische Regierung. Sein 12-pfündiges Kammerladungsrohr wiege 825 Pfd., koste zu schmieden etwa 93 Pfund und fertig 150 Pfund. Diese Zahlen würden einen Vergleich mit den Kosten anderer Rohrkonstruktionen ermöglichen. Hinsichtlich der durch Zusammensetzungen gebildeten Rohre wolle er bemerken, daß sie wohl eine größere Festigkeit gegen den inneren Druck besitzen möchten als Rohre von einem homogenen Metalle, daß sie aber durch feindliche Schüsse leichter beschädigt werden könnten als letztere; eine anschlagende Kugel würde diese nur einbiegen, jene aber wahrscheinlich unbrauchbar machen.

Bisher wären vergleichsweise wenig Versuche angestellt, um den wirklichen Betrag des beim Schusse stattfindenden Drucks auf die inneren Wände eines Rohrs, und auch um den Luftwiderstand gegen das Geschoß bei verschiedenen Geschwindigkeiten des letzteren zu bestimmen. Im Jahre 1846 habe sein Bruder Werner Siemens einer von der Preußischen Regierung eingesetzten Kommission einen Plan vorgelegt, dessen Ergebnisse veröffentlicht worden seien. Er bestimmte die Geschwindigkeit des Geschosses, indem er es durch isolirte Drähte gehen ließ, die mit einer Leydener Flasche in Verbindung standen. Bei der durch das Geschoß bewirkten elektrischen Entladung sprang ein Funken von einer Spitze auf die polirte Oberfläche eines in sehr schneller Umdrehung befindlichen Cylinders und wurde hier durch einen Brandfleck auf dem Metalle erkennbar. Indem das Geschoß nun andere, auf einer bekannten Entfernung aufgestellte Drähte berührte, entstand ein anderer Fleck auf dem polirten Stahlcylinder, und aus dem Winkelabstande dieser beiden Punkte konnte die Zeit bestimmt werden, welche das Geschoß gebrauchte um von dem einen Orte zum anderen zu gelangen. Die mit diesem Apparate gewonnenen Resultate waren indeß nicht ganz befriedigend. Herrn C. W. Siemens habe es geschienen, daß zur genauen Ermittelung der in einem Geschützrohre wirkenden Kräfte und auch des gegen das Projektil wirkenden Luftwiderstandes ein

Digitized by Google

Apparat von einfacherer Einrichtung konstruirt werden könnte, welcher jene Thatsachen in derselben Art aufzeichnete, wie man den Dampfdruck in einem Dampfcylinder bei jedem Theile des Hubs genau bestimmt. Die Aufgabe sei, die Kräfte zu messen welche auf das Projektil während seiner Bewegung einwirken. Zu diesem Zwecke schlage er vor, ein Hohlgeschoß zu gebrauchen, dessen Enden offen wären, aber durch starke doppelt aufgelegte Stahlplatten verschlossen würden, mit Bleiplatten dazwischen. Wenn dies Geschoß abgeschossen werde, wirken die Pulvergase auf das Diaphragma an dem hinteren Ende mit dem Drucke, welcher das Projektil forttreibt. Es sei wichtig, das Trägheitsvermögen des elastischen Mittels so viel wie irgend möglich zu verringern, damit letzteres einer Veränderung des Drucks augenblicklich gehorchen könne. Der Mittelpunkt des Diaphragmas theile seine Bewegung einer zeichnenden Spitze mit, die eine Scheibe berührt. Letztere werde so eingerichtet, daß sie während der Flugzeit mit einer gegebenen Geschwindigkeit rotirt. Auf den ersten Anblick scheine die gleichförmige Bewegung dieser Scheibe ohne Uhrwerk, welches offenbar unzulässig wäre, schwer zu erreichen; doch sei ihm eine Anordnung eingefallen, durch welche er diesen Zweck zu erreichen denke. Er befestige auf der Scheibe zwei kleine Bränder oder Raketen, die in entgegengesetzter Richtung wirken. Wenn beide von gleicher Kraft gemacht würden, so entstände offenbar keine rotirende Bewegung; da aber der einen nur etwa zwei Drittel von der Kraft der andern gegeben werden sollen, so werde der kräftigere Strahl die Umdrehung beschleunigen, bis sie durch die negative Bewegung des schwächeren Strahls im Gleichgewicht gehalten wird. Es könne so eine gemäßigte und merkwürdig gleichförmige Rotation hervorgebracht werden; denn die Kraft des stärkeren Strahls würde wie das Quadrat der verringerten relativen Geschwindigkeit zwischen den entweichenden Gasen und der Umdrehung abnehmen, während die Kraft des Gegenstrahls wie das Quadrat der vergrößerten relativen Geschwindigkeit zwischen den Gasen und der Umdrehung wachsen würde. Eine geringe, durch Reibung oder sonst entstehende Verzögerung der Rotation würde folglich eine große Veränderung in der relativen Kraft der beiden Strahlen hervorbringen. Die Treibhülsen würden angezündet in dem Augenblicke, wenn das Geschoß in das Rohr gebracht wird. Auf den Seiten der Scheibe würden Blätter von Zink befestigt, die man erst mit einem schwarzen und dann mit einem weißen Firniß überzöge, so daß der zeichnende Stift eine sehr deutliche Linie ziehen würde. Während das Rad sich dreht, bilde sich eine Kreislinie, bis der Druck auf die Stahlplatte ein Aufsteigen des zeichnenden Stifts bewirkt, woraus eine Spirale entstehe, welche den Druck in den verschiedenen Momenten anzeige. Die Platte vorn am Geschoß werde viel dünner gemacht, da sie nur den widerstehenden Druck der Atmosphäre anzeigen soll, was durch eine Linie auf der anderen Seite der rotirenden Scheibe geschieht. Der negative Druck der Atmosphäre gegen die Rückseite des Geschosses könnte durch eine ähnliche Anordnung gleichfalls ermittelt

Digitized by Google

werden; in diesem Falle müßte das hintere Diaphragma sehr dünn gemacht und, um der Kraft des Schießpulvers zu widerstehen, durch eine starke Metallplatte bedeckt werden, welche sich in der Mündung des Rohrs von dem Geschosse trennt. Auf dieselbe Weise könnte der Druck auf irgend einen Punkt der krummen Oberfläche der Geschoßspitze bestimmt werden, indem man statt einer Oeffnung in der Mitte mehrere Oeffnungen kreisförmig um die Mitte herum anbrächte. Damit der Atmosphärendruck im Innern des Geschosses bleibe, würden in die Seiten des letzteren mehrere kleine Löcher gebohrt. Das Gewicht des beweglichen Mechanismus brauchte 6 Unzen nicht zu überschreiten. Wenn er die Festigkeit und Einfachheit des letzteren erwäge, so fürchte er nicht daß irgend eine Kraft, die nicht etwa so groß wäre daß sie das Geschoß selbst zerbricht, störend einwirken könnte. Die Vortheile einer solchen vollständigen Ermittelung der auf das Geschoß unter verschiedenen Umständen der Ladung, Form und Geschwindigkeit wirkenden Kräfte würden, wie ihm scheine, sehr wichtig sein, nicht allein für die Konstruktion der Geschütze und für die balistischen Gesetze, sondern für die Wissenschaft überhaupt, indem sie werthvolle Aufklärungen über den Widerstand der Flüssigkeiten gäbe. Das Experiment könnte mit einem beliebigen Rohre und sehr geringen Kosten versucht werden; und wenn die betreffenden Behörden seinen Vorschlag des Versuchs werth hielten, würde er hierbei sehr gern behülflich sein.

Herr Conybeare

sagte, es scheine ihm daß der erste Schritt in der vorliegenden Frage die Bestimmung des Maximalbetrages und des modus operandi derjenigen Kräfte sein müsse, welche eine Zertrümmerung zu bewirken streben und denen die Geschützrohre beim Gebrauche unterworfen werden und widerstehen sollen, ohne daß ihre Beschaffenheit leidet. Diese Kräfte wären: erstens, die zerreißende Gewalt des Pulvers, die von seiner Beschaffenheit, von der Größe der Ladung, dem Durchmesser des Cylinders in welchem es wirkt, und der Größe des Spielraums abhängt; und zweitens, das Beharrungsvermögen und die Reibung des Geschosses, von denen jenes eine Funktion des Gewichts und der Ausdehnung des Geschosses ist, während die Reibung von dem Drallwinkel und davon abhängt, ob das Projektil mit Vorständen in die Züge faßt, oder in letztere durch die Explosion hinein getrieben wird.

Die ganze mechanische Leistung des in fest verschlossenen Räumen zur Verbrennung kommenden Pulvers könne ohne weiteres durch Versuche über das Minimum der Sprengladung bestimmt werden, bei welcher Bomben von verschiedenem Durchmesser oder verschiedener Eisenstärke krepiren. Der 12-Pfdr. Shrapnel der Vereinigten Staaten habe z. B. 4,6 Zoll äußeren und 3,6 Zoll inneren Durchmesser. Wenn er durch den inneren Druck in zwei Stücke zerbrochen werde, so betrage die Bruchfläche etwas weniger als $6\frac{1}{2}$ Quadratzoll, und wenn man

Digitized by Google

die Festigkeit des Eisens zu 25000 Pfd. per Quadratzoll annehme, so ergebe sich daß im Augenblicke des Krepirens eine Kraft von etwa 72 Tonnen ausgeübt wurde. Wenn die Wirkung des Pulvers durch seine Vermengung mit Kugeln versplittert wurde, so waren zum Sprengen des Geschosses 4 Unzen Pulver erforderlich. Bei der neuen Anordnung des Capitains Dahlgren, bei welcher die Kugeln in Schwefel liegen und die Sprengladung sich in einer cylindrischen Höhlung befindet, die in der Mittellinie der Bombe gelassen wird, genügen $^3/_4$ Unzen, um die nöthige zerreißende Kraft von 72 Tonnen zu erzeugen. Es könne kein großes Rohr verfertigt werden, welches im Verhältniß zu seiner Ladung einen so ungeheuren Druck, wie 72 Tonnen für jede $^3/_4$ Unzen des explodirenden Pulvers aushalten kann. Aber es könne beim Gebrauche auch kein Rohr einer solchen Gewalt unterworfen werden; denn ein so großes Verhältniß des Drucks zu dem Gewichte des Pulvers sei nur in dem Falle zu erreichen, wenn die Explosion in einer durchaus und fest verschlossenen Kammer erfolgt. Das kleinste Zündloch würde wie ein Sicherheitsventil wirken und die Kraft der Explosion auf einen Bruchtheil des für einen fest verschlossenen Raum geltenden Betrages herabsetzen. Dies sei durch das Experiment nachgewiesen, welches zuerst in Woolwich gemacht wurde und in Greener's Schrift über die Feuerrohre*) beschrieben ist. Er sage: „wenn man in jedes Ende der Pulverkammer eines Gewehrlaufs, nachdem sie mit Pulver gefüllt ist, einen dicht passenden Zapfen einschraubt, einen der Zapfen durchbohrt und dahinein einen Zündkegel schraubt, dann die Ladung mittelst eines aufgesetzten Zündhütchens abfeuert, so wird das expansibele Fluidum aus der kleinen Oeffnung wie Dampf aus einer Röhre ausströmen, bis es erschöpft ist." Herr Greener machte das Experiment mehrere Male und gebrauchte dabei 2 Unzen des besten Pulvers, ohne daß der Röhre irgend eine gewaltsame Bewegung mitgetheilt wurde. Wenn aber, wie in dem Shrapnel, eine Ladung von $^3/_4$ Unzen genügt, um eine zerreißende Gewalt von 72 Tonnen hervorzubringen, so werden unter gleichen Umständen 2 Unzen eine Kraft von 430000 Pfd. äußern, oder von mehr als 140000 Pfd. per Quadratzoll der Druckfläche bei Herrn Greener's Versuch, wenn man die Druckfläche im Innern des Laufs zu 3 Quadratzoll rechnet. Aus den Versuchen der Vereinigten Staaten sei bekannt, daß die Pulverkammer des stärksten Gewehrlaufs durch einen hydrostatischen Druck von etwa 13000 Pfd. auf den Zoll bleibend ausgebaucht wird. Wenn man also annimmt, daß der Druck bei Herrn Greener's Versuche innerhalb dieser Festigkeit des Laufs lag, so hätte er nur ein Zehntel von dem Drucke betragen, welcher stattgefunden haben würde wenn das Zündloch nicht offen gelassen wäre. Beim wirklichen Schießen komme zu dem Umstande daß das Zündloch immer offen

*) „The Gun; or, a Treatise on the various descriptions of Small Arms." By W. Greener. 8vo. Sunderland 1835. Pag. 36.

Digitized by Google

ist, noch der hinzu daß der Explosionsraum am einen Ende nur durch ein bewegliches Geschoß geschlossen wird. Es scheine ihm daß die Angaben des ballistischen Pendels völlig angemessen sind, um die Gewalt welcher die Rohre beim wirklichen Gebrauche unterworfen werden, zu bestimmen; werde aber ein direkterer Beweis verlangt, so liefern diesen die Versuche der Vereinigten Staaten über den äußersten Widerstand der Geschützrohre und Gewehrläufe gegen den hydrostatischen Druck, die angestellt wurden, um die relative Widerstandsfähigkeit des Eisens gegen den hydrostatischen Druck und gegen die Pulvergase zu ermitteln. Sie führten zu der Folgerung, daß bei gußeisernen Rohren die hydrostatische Probe, ohne bleibenden Schaden für das Rohr, mit Sicherheit nicht über 3000 bis 4000 Pfd. auf den Quadratzoll ausgedehnt werden könne. Diesen Druck haben die Experimentirenden also, wie es scheint, als Aequivalent der Gewalt betrachtet, welcher die Rohre bei den gewöhnlichen Probeschüssen ausgesetzt sind.

Einige hervorragende Autoritäten wären zur Zeit geneigt, das Gußeisen als ein für alle Geschützrohre unpassendes Material zu verwerfen. Er glaube daß dieses Urtheil auf ganz ungenügenden Gründen beruhe. Wenn er die ungeheure Zahl von Probeschüssen welche wirklich gute gußeiserne Rohre aushalten, so wie die großen Verbesserungen welche in Amerika in ihrem Materiale, ihrer Gestalt und in der Methode sie zu gießen gemacht wurden, betrachte, so sei er überzeugt, daß die Geschützrohre in Zukunft für den Schiffsgebrauch, wie für die Landbatterien gußeiserne sein werden. Das Gußeisen verbinde bei der jetzigen verbesserten Art es zu bereiten, die nöthige Härte und Zähigkeit mit Wohlfeilheit in einem vollkommeneren Grade, als irgend ein anderes Material. Viele der von ihm erwähnten Verbesserungen wären in den Berichten der Vereinigten Staaten*) enthalten, von denen er ein Exemplar überreiche. Außer diesen Versuchen sei vom Artillerie-Departement der Vereinigten Staaten seit 1841 die Beaufsichtigung der Gießereien, während die Geschützrohre verfertigt werden, durch einen Officier angeordnet, welcher das Metall ehe es gebraucht wird und auch in dem zuerst gegossenen Rohre untersucht und probirt, bevor ein anderes Rohr von diesem Metalle gegossen wird. Dieses System der Besichtigung habe zur Folge gehabt, daß die mittlere Festigkeit der in den Vereinigten Staaten gegossenen eisernen Geschützrohre von 23638 Pfd. auf 37774 Pfd. per Quadratzoll und das Maximum ihrer Festigkeit auf 45970 Pfd. bei einer Dichtigkeit von 7,304 gesteigert wurde. Die Größe des mittleren Resultats sei für die Verwendbarkeit des richtig behandelten Gußeisens zu Geschützrohren entscheidend;

*) „Reports of Experiments on the Strength and other Properties of Metals for Cannon. With a Description of the Machines for testing Metals, and of the Classification of Cannon in Service.“ By the Officers of the Ordnance Department, U. S. Army. 4to. Philadelphia. 1856.

Digitized by Google

man müsse nur bedenken, daß die Festigkeit der Geschützbronze kaum zu 30000 Pfd. angenommen werden kann. Das zweite Resultat dieser Versuche sei der gelieferte Beweis, daß die nach der Angabe des Lieutenants Rodman hohl gegossenen eisernen Rohre eine elf bis zwanzig mal so große Dauer haben, als die nach demselben Modelle, zur selbigen Zeit und von demselben Metalle massiv gegossenen. Eine andere Verbesserung, welche man dem Capitain Dahlgren verdanke, bestehe darin daß in jedem Längenabschnitte des Rohrs die Metallstärke genau der Größe der zerreißenden Kraft angepaßt wird, welche beim Abfeuern auf den betreffenden Längenabschnitt wirkt. Die Art wie diese Kräfte gemessen werden, sei folgendermaßen zu beschreiben: etwas über ein Kaliber hinter der Mündung des zu dem Experimente zu verwendenden Rohrs wird eine Queröffnung von der äußern Oberfläche bis zur Seele durchgebohrt und in diese Oeffnung ein Projektil von bestimmtem Gewichte genau eingepaßt. Das Rohr wird dann geladen und abgefeuert. Sobald die Kugel an der Oeffnung vorbei ist und die expansibelen Gase letztere erreichen, schleudern diese das Projektil gegen ein balistisches Pendel, wodurch die Kraft, mit welcher dies geschah, genau gemessen wird. Es werden dann der Reihe nach und in gleichen Abständen mehre solcher Queröffnungen, von der Mündung nach der Kammer fortschreitend, gebohrt, jede mit einem Projektil von genau demselben Gewichte als das erste verschlossen und die Kraft, mit welcher das Projektil nun fortgeschleudert wird, ebenso bestimmt. Die relative Kraft dieser auf einander folgenden Schüsse sei ein Maß der relativen Kraft der Explosion in den betreffenden Abschnitten der Seele*) und folglich der relativen Metallstärke, welche für jeden Abschnitt nöthig ist. Diese Experimente bewiesen, daß bei den Rohren des gewöhnlichen Modells das Metallgewicht zwischen den Schildzapfen und der Mündung viel zu groß sei. Bei dem, den Experimenten entsprechenden Modelle, welches unter dem Namen des Dahlgren-Rohrs die alten Modelle in den Vereinigten Staaten verdrängt hat, ist das Metallgewicht zwischen den Schildzapfen und der Mündung bedeutend verringert. Das hierdurch ersparte Metall wurde am Boden verwendet, wo die größte Festigkeit nöthig ist. Der Erfolg dieser Verbesserungen sei der gewesen, daß die Vereinigten Staaten im Stande waren, die vorher auf den Kriegsschiffen gebrauchten 57 Centner schweren 32-Pfünder durch Dahlgren-Rohre zu ersetzen, welche, obgleich von den alten 32-Pfündern in Gewicht, Länge und in der Schußweite bei gleicher Elevation nicht wesentlich verschieden den großen Vorzug haben, daß sie 8-zöllige

*) In den Berichten der Vereinigten Staaten ist ein, vom Lieutenant Rodman erfundenes und von der Artillerie-Behörde zu Washington genehmigtes Instrument erwähnt, das zur Bestimmung des Geschwindigkeits-Zuwachses dient, welcher der Kugel bei ihrer Bewegung durch die Seele nach und nach ertheilt wird. Dies Instrument hat dem beabsichtigten Zwecke in befriedigender Weise entsprochen.

Digitized by Google

Geschosse statt der 32-pfündigen schießen. Dahlgren-Rohre von 12-zölligem Durchmesser hätten jeder Probe widerstanden und würden auf der Flotte der Vereinigten Staaten jetzt als Pivot-Geschütze gebraucht.

Unter den in den Berichten der Vereinigten Staaten mitgetheilten Versuchen enthielten diejenigen über die Widerstandsfähigkeit der gußeisernen Geschützrohre gegen den hydrostatischen Druck, und über den Hohlguß der Rohre mittelst eines kalt gehaltenen Kerns so viel Lehrreiches hinsichtlich der Molecularordnung in schweren Gußeisen-Massen, und hinsichtlich des Verfahrens welches bei der Anfertigung eines gußeisernen Cylinders, der einem inneren Drucke widerstehen soll, gewählt werden muß, daß er sie kurz beschreiben wolle.

Bei den Versuchen die zu dem Zwecke angestellt wurden, die relative Widerstandsfähigkeit der gußeisernen Geschützrohre gegen den Druck der Pulvergase und gegen einen hydrostatischen Druck zu bestimmen, wurden vier Rohre der äußersten hydrostatischen Probe unterworfen. Bei dem ersten, einem 18-Pfünder, kam, als der Druck 7000 Pfund auf den Zoll erreichte, das Wasser an mehren Stellen durch die Poren des Metalls, wobei es kleine Anhäufungen von weißem Schaum bildete, der sich nachher zu Tropfen sammelte und in kleinen Strahlen abfiel. Als der Druck bis zu 9000 Pfund vergrößert wurde, zersprang das Rohr mit unerwarteter Heftigkeit, indem ein 170 Pfund schweres Bruchstück 21 Fuß weit geworfen wurde. Das zweite Rohr war ein 24-Pfünder sehr schweren Modells. Probestangen, die aus den Schildzapfen geschnitten waren, zeigten eine gute Beschaffenheit des Eisens an. Das Wasser begann bei 9000 Pfd. auszuschwitzen und bei einem Drucke von 9500 Pfund rieselte es in solcher Menge durch das Metall, daß der Druck auf 5000 Pfund herabgesetzt und hierdurch der Versuch beendet wurde. Das dritte zu den Versuchen herangezogene Rohr war ein anderer 18-Pfünder; es zersprang als der Druck 9860 Pfund auf den Quadratzoll erreichte. Das vierte Rohr war ein 6-Pfünder. Dasselbe hatte ohne beschädigt zu werden 36 Probeschüsse in der gewöhnlichen steigenden Reihefolge ausgehalten, indem 14 Schüsse mit der Maximalladung von 3 Pfund Pulver und 16 Kugeln, und dann noch 2 Schüsse mit der außergewöhnlichen Ladung von 6 Pfund Pulver und 7 Kugeln geschahen. Der dünne Theil nahe an der Mündung, der von dem dickeren Theile durch eine behufs des Versuchs in das Metall gedrehte Rille getrennt war, zersprang bei einem Drucke von 12400 Pfund, und der dickere Theil bei einem Drucke von 20000 Pfund auf den Quadratzoll. Das Metall erschien undurchdringlich, während des ganzen Verfahrens drang kein Wasser durch die Poren. Ein Umstand bei diesen Versuchen, der in überraschender Weise den porösen Charakter des Innern massiv gegossener Rohre beleuchtete, war die Undurchdringlichkeit welche aus dem raschen Erkalten der Oberfläche eines Gußstücks entsteht, und der daraus folgende Vorzug des Verfahrens, die Rohre hohl zu gießen und sie von der inneren Seite erkalten zu lassen. Die Experimentirenden berichteten, daß die hydrostatische Probe nur bei

Digitized by Google

Rohren Anwendung finden könne welche nach dem Gusse abgedreht wären, „da die gehärtete Kruste des abgeschreckten Eisens an der äußeren Oberfläche, welche von der Kälte der Form herrühre, das Durchdringen des Wassers verhindern würde, so daß man Zeichen über das Vorhandensein von Unvollkommenheiten in dem Metallkörper nicht bekomme." Es kamen während der Versuche Fälle vor, wo die Kraft des durch einen Riß im Metall unter die Kruste gedrungenen und hier gesammelten Wassers die Kruste in der Gestalt eines einen Zoll über die Oberfläche des Rohrs hervorragenden Kugelabschnittes gehoben hatte, und wo dann nicht eher irgend ein Leck, welcher den Riß anzeigte, entstand, als bis durch einen verstärkten Druck jene Blase durchbrochen war.

Gewiß habe die Vorschrift für hydraulische Einrichtungen: „daß jeder Körper welcher den Angriffen des Wassers widerstehen soll, vom Wasser undurchdringlich sein müsse," zehnfache Gültigkeit bei Körpern, welche der ungeheuren Gewalt der bei der Verbrennung des Pulvers frei werdenden Gase widerstehen sollen, die vermöge ihrer außerordentlichen Spannung in dem Materiale der Geschützbohrung jede Spalte aufsuchen und jede Pore durchdringen. Dies wiederholte Auffüllen der Metall-Poren mit Gasen, die auf das Eisen chemisch sowohl, als mechanisch und durch ihre Hitze nachtheilig einwirken, müsse das Rohr nothwendigerweise bei viel weniger Schüssen zerstören, als die es aushalten würde wenn seine inneren Wände undurchdringlich wären. Da die Möglichkeit und der Vortheil, durch Hohlguß über einen kalt gehaltenen Kern die inneren Wände undurchdringlich zu machen, feststehe, so erscheine die Fortsetzung des Massivgusses der eisernen Rohre als ein sehr unwissenschaftliches Verfahren. Außerdem bringe die bisher befolgte Methode, die Rohre massiv zu gießen und von außen abkühlen zu lassen, dadurch daß sie im Innern des Metalls eine Ausdehnung und auswärts eine Zusammenziehung bewirkt, gerade das entgegengesetzte von den Bedingungen der größten Kraft hervor. Denn man räume ein, das Material müsse in den Geschützrohren so beschaffen sein, daß es dem entzündeten Pulver eine gesunde und undurchdringliche Oberfläche darbiete und das die inneren Wände begrenzende Metall sich in einem Zustande der Zusammendrückung, das äußere in einem Zustande der Ausdehnung befinde. Diese Bedingungen wären mit dem Hohlgusse und dem von innen fortschreitenden Erkalten völlig in Uebereinstimmung. Niemand werde daran denken, die Anfertigung eines aus koncentrischen Schichten schmiedeeiserner Ringe zusammenzusetzenden Rohrs so anzufangen, daß er den zweiten Ring glühend in den äußeren, schon abgekühlten und eingelaufenen Ring einsetzt, und wenn der zweite Ring erkaltet ist, das Verfahren mit einem dritten rothglühenden Ringe wiederholt. Ein so gebildetes Rohr werde offenbar Zwischenräume zwischen den Ringschichten haben und gänzlich des Zusammenhanges und der Festigkeit entblößt sein. Die Fehler eines derartigen Rohrs würden aber einem Mangel seines Materials nicht füglich zugeschrieben werden

Digitized by Google

können. Eben dasselbe gelte bei dem üblichen Massivgusse der Rohre; ein solches gußeisernes Rohr könne als aus einer Menge dünner concentrischer Schichten bestehend angesehen werden, welche eine in der andern durch die fortschreitende Erstarrung entstanden; die äußere Schicht erstarre durch Berührung der kalten Oberfläche der Gußform, die zweite bilde sich bei dem Erstarrungspunkte des Metalls in ihrem äußeren Vorgänger u. s. w. Das Aeußere eines solchen Gußstücks werde schon auf eine Temperatur bei welcher das Schwinden aufhöre, abgekühlt, wenn das Innere noch auf dem Schmelzpunkte bleibe. Das Resultat würde dasjenige sein, was Herr Mallet angegeben hat, daß „es auch bei der größten Sorgfalt des Gießers nicht ungewöhnlich ist, bei einem 2, 3 oder mehr Fuß im Durchmesser haltenden Gußstücke einen inneren Theil von 6 bis 8 oder mehr Zoll im Durchmesser zu finden, der aus einer schwammigen Masse kaum zusammenhängender, meistens octaëdrischer und baumähnlich gruppirter Gußeisen-Krystalle besteht und so locker ist, daß auf einem frisch geschnittenen Stücke mit bloßen Augen dunkele Höhlungen in allen Richtungen gesehen und oft mit der Hand die Krystalle einzeln oder zu mehreren abgekniffen werden können, und so weich, daß man einen scharfen Stahlmeißel leicht einige Zoll tief, wie in Blei oder weichen Stein, eintreibt *)." Freilich werde ein großer Theil dieses schlechten schwammigen Kerns durch das Ausbohren gewöhnlich entfernt; aber schwache Stellen blieben doch, welche durch den Stoß und die Flamme des Pulvers bald zerstoßen und weggebraunt werden. Und selbst wenn ein so gegossenes und abgekühltes Rohr von diesem schlimmsten Fehler frei wäre, sei doch die Textur seines Metalls unvermeidlicherweise am lockersten wo sie am dichtesten, und der Theil seines Materials ausgedehnt welcher zusammengedrückt sein sollte, und umgekehrt. Bei einem hohl gegossenen und von innen abgekühlten Rohre dagegen sei jede der koncentrischen, durch die fortgesetzte Erstarrung gebildeten Schichten auf der Außenseite der bereits erstarrten und eingelaufenen inneren Schicht, so zu sagen, aufgetrieben, gerade wie bei den aus Schmiedeeisen zusammengesetzten Rohren; also der Bedingung der größten Haltbarkeit entsprechend, das Innere in einem Zustande der Zusammendrückung und das Aeußere in dem der Ausdehnung.

Die Versuche der Vereinigten Staaten haben sowohl die Möglichkeit, die Rohre hohl über einen kalten Kern zu gießen, als auch die mögemeine Vergrößerung der Dauerhaftigkeit solcher Rohre im Vergleich mit den massiv gegossenen und von außen erkalteten dargethan. Es wurden zu diesen Versuchen drei Paar Rohre, zwei Paar vom 8-zölligen und eins vom 10-zölligen Kaliber gegossen, jedes Paar von demselben Eisen, welches in zwei Oefen geschmolzen wurde, aus denen es sich in getrennten Strömen in einen gemeinschaftlichen Behälter ergoß;

*) Mallet. On the Physical Conditions involved in the Construction of Artillery. Pag. 20. u. 21.

Digitized by Google

aus diesem trat es in einem einfachen Strome aus und füllte, dann sich wieder theilend, gleichzeitig zwei Gußformen. Das eine Rohr jedes Paars wurde in der gewöhnlichen Art massiv, das andere nach dem vom Lieutenant Rodman angegebenen Verfahren hohl gegossen, nämlich über einen Kern der aus einer gußeisernen Röhre bestand, durch welche, während das Eisen erkaltete, beständig Wasser cirkulirte. Die Kernröhre war wasserdicht, der Zutritt des Wassers erfolgte durch eine innere Röhre nahe am Boden der Kernröhre, von da stieg das Wasser durch den ringförmigen Raum zwischen den beiden Röhren hinauf und floß in erhitztem Zustande von einem über dem Gußstücke gelegenen Punkte aus dem Kerne ab. Bei dem ersten auf diese Weise gegossenen 8-zölligen Rohre wurde das Fließen des Wassers 40 Stunden fortgesetzt, darauf der Kern weggenommen und das Wasser noch weitere 20 Stunden durch die innere von dem Kern gebildete Höhlung geleitet; die ganze durch das Rohr geflossene Wassermenge betrug 6000 Kubikfuß. Durch das zweite 8-zöllige Rohr flossen 10000 Kubikfuß Wasser in 65 Stunden, der Kern wurde nach den ersten 25 Stunden weggenommen. Durch das dritte, das 10-zöllige Rohr waren nach 94 Stunden, als ein fruchtloser Versuch gemacht wurde, den Kern wegzunehmen, 22560 Kubikfuß Wasser geflossen. Bei jedem Rohre wurde sofort nach dem Gießen auf dem Boden der Grube ein Feuer angezündet und während 60 Stunden unterhalten. Die Grube wurde bedeckt und der eiserne Mantel der Gußform in einer so hohen Temperatur erhalten, als er mit Sicherheit ertragen konnte, nämlich während der ganzen Zeit fast in der Rothglühhitze. Jedes Paar Rohre welches gleichzeitig und von demselben Metalle, das eine hohl, das andere massiv gegossen war, wurde auch gleichzeitig probirt. Die im Einzelnen angegebenen Resultate beweisen, daß die Dauer der hohlgegossenen Rohre die der vollgegossenen bei weitem übertraf. In einem Falle war das Verhältniß größer als 20 : 1, das hohlgegossene Rohr war nämlich nach 1500 Schüssen unbeschädigt, und weitere 1000 Schüsse sind seitdem daraus geschehen, während das massiv gegossene bei dem 73. Schusse zersprang. Ueberhaupt fand bei allen Rohren das Verhältniß von 11:1 zu Gunsten der hohl gegossenen statt. Bei der Vorsicht welche angewandt wurde, die Gleichheit des Materials in den beiden Rohren eines jeden Paars, sowie die genaue Uebereinstimmung ihrer Proben zu sichern, kann der große Unterschied ihrer Dauerhaftigkeit lediglich der verschiedenen Art wie die Gußstücke abkühlten, zugeschrieben werden.

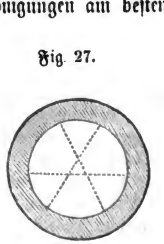
Wenn man nun erwäge daß einige eiserne Rohre alter Art, trotzdem sie den Nachtheil massiv gegossen zu sein bekämpfen mußten, ohne Schaden Proben ausgehalten haben sollen, die in wiederholten Schüssen mit kugelschwerer Ladung und 7 Kugeln oder mit halbkugelschwerer Ladung und 16 Kugeln bestanden, so könne vernünftigerweise angenommen werden daß ein solches Material, wenn es hohl gegossen würde und der Vortheil des kleineren Kalibers und der geringeren La-

Digitized by Google

dung der neuen gezogenen Kanonen hinzukomme, bei verständiger Behandlung sich jeder Anstrengung, die ihm bei dem Gebrauche möglicherweise auferlegt werden könnte, gewachsen zeigen würde.

Offenbar könne die Methode des Hohlgusses über den kalten Kern noch leichter auf Kammerladungsrohre angewendet werden, weil die vollständige Durchbohrung ein genaueres Centriren des Kerns gestattet. Bei ihnen könnte der Kern in der That so genau eingepaßt werden, daß es möglich wäre, das Rohr auszubohren und mit Zügen zu versehen, ohne die durch den kalten Kern erzeugte Kruste abgeschreckten Metalls zu durchdringen. Ein solches Rohr würde den Gasen durchaus undurchdringliche Wände entgegensetzen und dadurch fast unzerstörbar sein. Ferner würde man die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Rohre erhöhen, wenn man ihnen auch die gehärtete Kruste ließe, welche sich an der äußern Oberfläche durch Berührung mit der Gußform bildet. Dies geschehe bei den belgischen eisernen Rohren, die in Lüttich gegossen werden, wo man die Rohre anstatt die Kruste abzudrehen, wie es in diesem Lande Gebrauch ist, nur ausbohrt und fertig macht, ohne daß irgend ein Theil ihrer äußeren Oberfläche weggenommen wird. Er glaube daß die gußeisernen Rohre in Zukunft über den kalten Kern hohl gegossen werden und daß man ihnen ihre Kruste lasse. Das Aeußere sollte schlicht und ohne die verzierenden Friesen, Abtheilungen und plötzlichen Veränderungen der Metallstärke sein, die wegen der eingehenden Winkel welche sie bilden, und wegen der schwachen Flächen welche sie durch ihren Einfluß auf die innere Krystallisation des Eisens hervorbringen, so oft Brüche an diesen Stellen verursachen. Die Metallstärke in der Kammer und von da nach der Mündung sollte ebenfalls nach Dahlgren's Vorschrift proportionirt werden. Er glaube daß die gußeisernen Rohre in Zukunft Kammerladungsrohre sein werden, und daß man für sie Whitworth's System geeigneter als das Armstrong's finden werde, bei welchem letzteren das Rohr durch die, für den beweglichen Boden nöthige Oeffnung geschwächt werde. Die Züge sollten keine eingehenden Winkel, die eine Quelle von Schwäche im Gußeisen sind, bilden und so gestaltet sein, daß sie der Stärke des Rohrs möglichst wenig schaden. Die in Fig. 27 dargestellte Form werde diesen Bedingungen am besten entsprechen; sie stehe in derselben Beziehung zu dreizügigen Rohren, wie die Lancaster-Ovalbohrung zu zweizügigen. Für sechsseitig gezogene Rohre werde sich, wegen der eingehenden Winkel welche sie den Pulvergasen darbieten, das Gußeisen nicht eignen. Die jetzigen genau in das gezogene Rohr passenden Geschosse könnten durch selbstwirkende Feilmaschinen billig angefertigt werden.

Fig. 27.



Man scheine bei der Schiffsarmirung jetzt geneigt zu sein, schwere Rohre, welche auf die

weitesten Entfernungen, folglich unter hohen Elevationen schießen sollen, den vergleichsweise kleinen und schwankenden Booten zuzutheilen. Unter solchen Umständen werde der Richtende, auch bei der größten Fertigkeit, das Ziel selten treffen, so lange er nicht ein Mittel hat, das Geschütz genau in dem Augenblicke abzufeuern, wenn es bei dem Rollen des Schiffs auf das Ziel gerichtet ist. Um dies zu erreichen, sei es wünschenswerth daß eine Einrichtung erdacht werde, welche den Richtenden, während er durch ein mit der Richtungslinie genau parallel angebrachtes Fernrohr sieht, in den Stand setzt das Geschütz so pünktlich abzufeuern, als wenn er aus freier Hand mit der Stechschloß-Büchse schösse. Für die Küstenvertheidigung werde es nützlich sein, eine telegraphische Verbindung mit zwei Beobachtungsposten einzurichten, die rechts und links von der Batterie zwei oder drei Meilen entfernt sind. Von diesen Beobachtungsposten könnte der Winkel, welchen die Batterie und ein feindliches Schiff mit ihnen einschließt, augenblicklich und gleichzeitig nach der Batterie telegraphirt werden, wo dann mittelst des Durchschnittspunktes zweier Lineale auf einer eingetheilten Ebene die Entfernung des Schiffs von der Batterie in jedem Augenblicke ohne irgend eine Rechnung bestimmt werden könnte.

Für die Beschreibung der Versuche mit verschiedenen Arten gezogener Waffen erscheine es wünschenswerth, die Elemente der letzteren nach übereinstimmenden Normen anzugeben, da nur so ein richtiger Vergleich zwischen ihnen möglich sei. Dieser Elemente wären vier, und die drei ersten die wichtigsten. Erstens, das Gewichtsverhältniß zwischen Ladung und Geschoß, welches — vorausgesetzt daß die Seele die hinreichende, der Verbrennung des Pulvers entsprechende Länge hat — die Anfangsgeschwindigkeit bestimmt. Zweitens, das Verhältniß des Gewichts des Geschosses in Pfunden zu der Fläche seines Querschnitts in Quadratzollen, von welchem Verhältnisse der Geschwindigkeitsverlust des Projektils in der Flugbahn abhängt. Drittens, das Verhältniß der Länge auf welche der Drall eine Umdrehung macht, zum Kaliber, wovon die Genauigkeit des Schusses und die Verlängerung welche man dem Geschosse geben kann, abhängt. Und viertens, die Länge der Seele in Kalibern, die hinreichend groß sein muß, damit das Pulver seine volle Kraft äußern kann. Auf das letzte Element hat die Art des gebrauchten Pulvers, ob es fein oder grob gekörnt ist, so wie der von dem Pulver im Rohre eingenommene Raum im Vergleich zur räumlichen Größe der Seele Einfluß. Das Verhältniß der Pulverladung zum Geschoßgewichte schwankt zwischen $1/10$ und $1/4$, das der Seelenlänge zum Kaliber zwischen 25 und 88. Was das Verhältniß zwischen der Drallänge (der Länge, auf welche die Züge eine Umdrehung machen) und dem Kaliber anbetrifft, so sind Einige der Meinung daß die Drallängen aller gezogenen Waffen sich wie ihre Kaliber verhalten sollten, vorausgesetzt daß die Projektile ähnlich sind. Der Oberst Thiroux von der französischen Artillerie giebt zur Berechnung des passenden Dralls für das Schießen von Langgeschossen die Formel $H = 56{,}8 \cdot D$ an, worin H die

Digitized by Google

Drallänge und D das Kaliber ist. Dies Drallverhältniß hat sich auch bei den Versuchen des Generals Jacob als das beste herausgestellt und ist bei dessen Modellbüchse angenommen. Das Drallverhältniß schwankt zwischen einer Umdrehung auf 20 und 136 Kaliber. Bei jeder besondern Kanone oder Büchse müssen alle vier Verhältnisse — der Gewichte von Pulver und Geschoß, des Gewichts zum Querschnitte des Geschosses, das Drallverhältniß und die Seelenlänge — in Verbindung mit einander betrachtet werden. Denn derselbe Zweck könne durch verschiedene Mittel erreicht, und in vielen Fällen ein Mangel bei dem einen Verhältnisse durch einen Ueberschuß bei einem andern ausgeglichen werden. So sei der Zweck des Dralls, dem Geschosse, wenn es die Mündung verläßt, eine Rotation mit einer gewissen Umdrehungs-Geschwindigkeit mitzugeben, und dies könne entweder durch einen starken Drall bei einer geringen Anfangsgeschwindigkeit, oder durch einen schwächern Drall bei einer größeren Anfangsgeschwindigkeit erreicht werden. Das erste Mittel sei bei den Büchsen der sardinischen Versaglieri angewandt, welche ihr nicht anderthalb Kaliber langes, 530 Gräns schweres Geschoß von 0,65 Zoll Durchmesser mit nur 54 Gräns oder wenig mehr als $^1/_{10}$ geschoßschwerer Ladung schießen. Folglich sei hier die Anfangsgeschwindigkeit außerordentlich klein und ein sehr starker Drall nöthig, damit das Geschoß die erforderliche Rotation bekommt; demgemäß betrage die Drallänge 17 Zoll oder 26 Kaliber. Das zweite Mittel sei für die Schweizer Gewehre angenommen, bei denen die Pulverladung $^1/_4$ statt $^1/_{10}$ geschoßschwer ist und eine so große Anfangsgeschwindigkeit hervorbringt, daß die Drallänge von 77 Kalibern für die erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit genügt. Jede dieser beiden Verfahrungsarten werde gegen ein Ziel von bekannter Entfernung einen gleich genauen Schuß geben, bei dem sardinischen Geschosse aber die Flugbahn höher und die Eindringungsfähigkeit geringer als bei dem schweizer sein. Eine schnelle Rotation könne über ein gewisses Maß hinaus mit einer großen Anfangsgeschwindigkeit nur dann verbunden werden, wenn das Geschoß Vorstände habe, mit denen es in die Züge greift. Ohne dies würde es bei großer Geschwindigkeit abstreifen und die Züge überschlagen. Deshalb hätten diejenigen welche, wie der General Jacob und Herr Whitworth, die größten Erfolge dadurch erreichten daß sie den Nutzen der Verbindung einer schnellen Rotation mit einer großen Anfangsgeschwindigkeit, und der daraus folgenden flachen Flugbahn und großen Eindringungsfähigkeit richtig beurtheilten, Projektile angenommen, welche mit Vorständen in die Züge eingreifen; und er glaube daß solche Geschosse demnächst die andern, welche die Explosion des Pulvers in die Züge drücken muß, verdrängen werden. Einen Uebelstand führe die Vergrößerung des Dralls mit sich, die vergrößerte Seitenschleuderung oder Abweichung des Geschosses aus der Schußebene nach rechts bei rechtsläufigen und nach links bei linksläufigen Zügen. Obgleich also die Drallänge von 57 Kalibern in anderer Beziehung für die vortheilhafteste gehalten

Digitized by Google

werde, habe die französische Kommission eine Drallänge von 135 Kalibern angenommen, um die Seitenschleuderung zu vermindern. Letztere könne auch dadurch verringert werden, daß man quer über das Geschoß Auskehlungen anbringt. Man habe gefunden daß cylindrokonische, den Enfieldgeschossen gleiche und mit demselben Drall geschossene Projektile auf 872 Yards ohne solche Hohlkehlen 10 Fuß, mit Auskehlungen dagegen keine meßbare Seitenschleuderung hatten. Es sei wahrscheinlich, daß die hervorstehenden Winkelflächen des sechsseitigen Whitworth-Geschosses dem Zwecke ebenso gut als Hohlkehlen entsprechen.

Bei den von der französischen Kommission angestellten Versuchen habe man auch gefunden, daß, wenn der Schwerpunkt eines Langgeschosses der Spitze nahe liegt, diese sich während der fortschreitenden Bewegung unter die Flugbahn senkt; wenn er dem hinteren Ende des Geschosses nahe liegt, dieses Ende sich senkt; daß aber, wenn der Schwerpunkt in der Mitte der Länge des Geschosses liegt, die Achse des letzteren immer in der Richtung der Flugbahn bleibt. Offenbar werde der Luftwiderstand im letzteren Falle ein Minimum sein, und hieraus erkläre sich die Vergrößerung der Schußweite durch die sowohl hinten als vorn zugespitzten Whitworth-Geschosse. Durch Verstärkung des Dralls sei eine Verlängerung der Projektile bis auf 7 Durchmesser möglich, wenn solche Geschosse ringförmig ausgekehlt werden. Aber die Geschoßverlängerung werde durch andere Erwägungen eingeschränkt, und es stehe jetzt fest daß, mit Ausnahme besonderer Fälle, die Geschosse höchstens $2^1/_2$ bis 3 Kaliber lang sein werden.

Der Geschwindigkeitsverlust, welchen das Geschoß durch die widerstehende Luft während jeder Sekunde der Flugzeit erleidet, hänge von dem Verhältnisse seines Gewichts zu der Fläche seines Querschnitts ab. Dies Verhältniß könne durch das Geschoßgewicht, nach Pfunden für jeden Quadratzoll des Querschnitts, passend ausgedrückt werden. So sei z. B. bei dem 3zölligen Armstrong-Rohre die Fläche des Querschnitts von Bohrung oder Geschoß etwa 7 Quadratzoll und das Gewicht des letzteren 12 Pfund, also das Verhältniß des Gewichts zum Luftwiderstande $\frac{12 \text{ Pfd.}}{7 \text{ Quadrat-Zoll}} = 1{,}71$ Pfd. auf den Quadrat-Zoll. Bei einer Büchse von $^1/_2$ Zoll Kaliber oder etwa 0,2 Quadrat-Zoll Querschnitt, deren Geschoß eine Unze = 0,0625 Pfd. wiegt, wäre das Verhältniß des Gewichts zum Widerstande 0,313 Pfd. auf den Quadratzoll.

Die folgende Tabelle enthalte die Elemente von 12 der erprobtesten gezogenen Waffen.

Er habe schon gesagt, daß man dieselbe Rotation und folglich dieselbe Genauigkeit erreichen könne, entweder indem man eine kleine Ladung im Verhältniß zum Geschoßgewichte oder eine kleine Anfangsgeschwindigkeit bei einem starken Drall, oder indem man eine große

Digitized by Google

Bezeichnung.	1. Art und Zahl der Züge.	Maße und Gewichte. 2. Drall, eine Umdrehung auf	3. Seelenlänge in	4. Kaliber in	5. Kaliberfläche in Quadrat-	6. Länge des Geschosses in	7. Gew. d. Geschoss.	8. Pulverladung.	Verhältnisse. 9. Gewichte von Pulver und	10. Geschoßgewicht z. Widerstande in Pfdn. auf	11. Drall-Länge zum	12. Seelenlänge in Kalibern.	13. Geschoß Länge in Kalibern.
		Zolle.	Zollen.	Zollen.	Zollen.	Zollen.	Pfd.	Pfd.	Geschoß	d. Q.-Z.	Kaliber		
Gezogene Kanonen.													
Whitworth 80-Pfünder	Sechseck	120	118	5,	16,125	—	80	10	0,125	5,	24	25	—
Whitworth 12-Pfünder	desgl.	60	93	3,25	6,72	—	12	2	0,166	1,76	20	30	—
Armstrong 12-Pfünder	32	114	75	3,	7,07	—	12	1½	0,166	1,69	38	25	2,25
Whitworth 3-Pfünder	Sechseck	40	72	1,5	1,462	—	2,5	5	0,200	1,71	26,6	48	—
Gezogene Handwaffen.							Gräns.	Gräns.					
Sardinische Versaglieri .	8	17	—	0,65	0,332	0,9	530	54	0,102	0,228	26,1	—	1,303
Whitworth	Sechseck	20	39	Größere Achse 0,49	0,139	1,45	520	68	0,132	0,534	46,	88,	3,00
Jacob	4	30	24	0,529	0,22	1,31	754	94	0,125	0,490	56,7	46,	2,50
Lancaster	Elliptisch	32	32	0,498	0,196	1,12	520	68	0,132	0,379	64,	64,	2,25
Schweizer.	8	36	33	0,41	0,132	1,	257	62	0,243	0,278	76,8	80,6	2,44
Enfield	3	78	39	0,568	0,254	0,96	520	68	0,132	0,292	135,5	68,5	1,69
Französische	4	78	38	0,68	0,363	0,9	494	77	0,156	0,195	114,7	56,	1,32
Belgische	4	78	38	0,66	0,342	Gesch. a. Hartzinn 1,19	725	85	0,118	0,32	118,	57,5	1,80

Digitized by Google

Anfangsgeschwindigkeit bei einem schwachen Drall anwendet; daß aber das letztere Verfahren flachere Flugbahnen und mehr Tiefe des Eindringens gebe. Ebenso könne man dieselbe Schußweite auf zweierlei Art erreichen, indem man entweder ein Geschoß von großer „Krafterhaltung", d. h. von einem im Verhältniß zu der Fläche des Widerstandes großen Gewichte, mit einer kleinen Anfangsgeschwindigkeit schießt oder indem man einem Geschosse von geringerer Krafterhaltung eine größere Anfangsgeschwindigkeit ertheilt. Das letztere Prinzip, welches am besten bei dem Schweizer-Gewehre ausgeführt sei, gewähre den Vortheil daß man dasselbe Resultat mit einem kleineren Geschoßgewichte erreicht, wodurch der Rückstoß vermindert und der Soldat in den Stand gesetzt wird, eine größere Schußzahl zu tragen.

Die wichtigsten Verhältnisse in der Tabelle wären die in den Columnen 9 und 10, welche die Anfangsgeschwindigkeit und Krafterhaltung des Geschosses bestimmen. Die Anfangsgeschwindigkeit der verschiedenen Geschosse stehe im Verhältnisse zu den betreffenden Zahlen in Columne 9, und die Krafterhaltung der Geschosse verhalte sich wie die Zahlen in Columne 10. Die Krafterhaltung solle, durch Verkleinerung des Widerstandes (oder des Querschnittes des Geschosses) im Vergleich zum Geschoßgewichte, den Geschwindigkeitsverlust in der Flugbahn vermindern. Dies könne entweder durch eine Gewichtsvermehrung des Geschosses erreicht werden, ohne daß man das Verhältniß seiner Länge zu seinem Durchmesser verändert; oder ohne sein Gewicht zu verändern, durch Verkleinerung seines Durchmessers und Querschnitts bei gleichzeitiger Vergrößerung seiner Länge. Das letztere Verfahren sei das beste, und im äußersten Maße bei der Whitworth-Büchse ausgeführt. Es sei noch zu bemerken, daß die in Columne 10 angegebenen Verhältnisse der Krafterhaltung eine solche Gleichgewichtslage des Geschosses voraussetzen, vermöge welcher seine Achse ihrer ganzen Länge nach immer in der Richtung der Flugbahn bleibt. Liege der Schwerpunkt nicht mitten in der Achse des Geschosses, so werde sich dieses entweder vorn oder hinten senken, und da alsdann die Achse gegen die Flugbahn geneigt sei, so werde dem Luftwiderstande eine merklich vergrößerte Oberfläche dargeboten und die Krafterhaltung vermindert.

Die drei Hauptquellen der Wirkung gezogener Waffen wären die Anfangsgeschwindigkeit, die Krafterhaltung und Rotation. Keiner derselben dürfe eine solche Ausdehnung gegeben werden, daß sie die gehörige Benutzung der andern beiden stört; die Vollkommenheit einer gezogenen Waffe beruhe auf der richtigen Verbindung und gegenseitigen Abmessung aller drei Bedingungen.

Die Art wie das Geschoß im Rohre seine Rotation bekommt, müsse so sein, daß das Geschoß billig und durch Maschinen angefertigt werden kann und sehr genau und ohne Reibung in die Züge paßt, daß es einfach, und Beschädigungen beim Transporte nicht ausgesetzt ist. Die Form der Züge sollte eine solche sein, bei welcher eingehende Winkel vermieden und die Rohre möglichst wenig geschwächt werden.

Digitized by Google

Man könne zwei Hauptklassen von Geschossen für gezogene Geschütze unterscheiden: die welche mit Vorständen in die Züge fassen, und die welche keine solche Vorstände haben, sondern von Blei oder mit Blei bekleidet sind und durch die Explosion in die Züge gedrückt werden. In der Kindheit der gezogenen Geschütze glaubte man, das einzige wirksame Mittel den Spielraum wegzuschaffen, sei der Gebrauch bleibekleideter Geschosse, welche durch die Explosion in die Züge gedrückt werden. Seitdem habe die Erfahrung jedoch gelehrt daß bei einfachen gußeisernen Geschossen, welche mit Vorständen, die in die Züge greifen, versehen, den letzteren durch Maschinen genau angepaßt und mit einem gefetteten Pflaster versehen sind, der Spielraum ebenso gut vermindert werden kann, ohne daß hierbei die Erschütterung und Reibung im Rohre so sehr vergrößert wird. Da diese einfachen Geschosse einen stärkeren Drall gestatten, ohne daß man befürchten müßte, sie würden die Züge überschlagen; da sie billiger anzufertigen, weniger schädlich für das Rohr und weniger den Beschädigungen beim Transporte ausgesetzt sind, so glaube er daß sie binnen kurzem die in die Züge gewaltsam hineingedrückten Geschosse verdrängen werden.

Herr Pearson

sagte, daß er die Bemerkungen welche er zu machen habe, auf die Konstruktion eines Geschützrohrs, welches dem größten inneren Drucke ausgesetzt wird, beschränken wolle. Denn obgleich er auch einige Ansichten über eine besondere Art von Bomben und über das bei dem Ziehen der Rohre zu befolgende Prinzip habe, so halte er für diese Gegenstände doch eine getrennte und besondere Verhandlung geeignet. Vor der großen Ausstellung von 1851 habe er ein Geschützrohr nach eigener Erfindung angefertigt gehabt, sei aber überredet worden dasselbe bei jener Gelegenheit nicht vorzulegen. Er halte dafür daß zur Verfertigung der Geschützrohre Schmiedeeisen gebraucht, und das Korn oder Gefüge desselben in eine solche Richtung gebracht werden sollte, bei welcher seine ganze Festigkeit zum Widerstande gegen den innern Druck genutzt wird. Beim Schweißen des Rohrs müsse man Sorge tragen, daß das Eisen die richtige Hitze erhalte und bei derselben auf die vortheilhafteste Weise bearbeitet und gebraucht werde. Er glaube daß ein schmiedeeisernes Rohr halb so schwer als ein gußeisernes gemacht werden, und dabei Schüsse von demselben Gewichte und derselben Wirkung aushalten könnte.

Er wolle nun zwei Arten der Anfertigung von Geschützrohren beschreiben. Die erste bestände darin daß eine Eisenstange spiralförmig um ein, die Seele bildendes Stahlrohr gewunden würde. Diese äußere Umhüllung wäre zu einem Stücke zusammen zu schweißen. Dann würde ein flaches Schraubengewinde außen auf die Stahlröhre, und ein entsprechendes inwendig in die eiserne Umhüllung geschnitten. Diese Schraubengewinde wären so abzupassen, daß wenn man die Stahlröhre mittelst geeigneter, im voraus bereit gehaltener Vorrichtungen in die

Digitized by Google

bis zum blutrothen Glühen erhitzte eiserne Umhüllung einschraubt, ein hinreichendes Maß von Zusammenziehung eintritt, um die Umhüllung und die Stahlröhre fest miteinander zu verbinden. Das Schraubengewinde brauchte nicht tiefer als $^1/_{16}$ Zoll zu sein. Sollte in der Schweißung irgend einer Fuge der äußeren Umhüllung eine Fehlstelle vorhanden sein, so würde das Schraubengewinde auf der Stahlröhre dazu dienen, die Fuge fest zusammen zu ziehen. Er glaube wirklich nicht, daß der eine Theil sich von dem andern trennen könnte, ohne daß das Rohr selbst zerspränge. Wäre die Stahlröhre durch den Gebrauch abgenutzt, so könnte sie durch eine neue ersetzt werden, nachdem man die eiserne Umhüllung glühend gemacht und die alte Röhre losgeschraubt hätte; man erhielte dann also ein brauchbares Rohr für die Kosten einer neuen Röhre. Die eiserne Umhüllung würde eine Reihe von Stahlröhren aushalten.

Der zweite Plan wäre der, zwei Eisenstangen von einer V Form eine über die andere zu winden. Sie würden dann eine Art von Doppel V bilden, indem der zusammenhängende Theil der äußeren Stange die Fugen der innern Umwindung umfaßte und umgekehrt, so daß also in dem Metalle keine Fugen blieben. Auf diese Weise könnten Rohre von jedem Kaliber, von einer Pistole bis zum 80-Pfünder gemacht werden. Die Gewehr- oder Büchsenläufe würden, entweder von Eisen oder von Stahl, in dieser Art durch Maschinen ebenso leicht als die gewöhnlichen Läufe oder als Gasröhren zu verfertigen sein.

Hinsichtlich der verschiedenen Arten von Geschützrohren welche angegeben worden sind, sei er bereit zuzugestehen daß die auf ein altes gußeisernes Rohr aufgetriebenen Reifen beträchtlich zu dessen Festigkeit beitragen würden. Er halte dies Verfahren bei neuen Rohren aber nicht für zweckmäßig, da letztere auf eine billigere und bessere Art verfertigt werden könnten. Trotz der günstigen Resultate, welche man mit einem Rohre jenes Systems erhalten habe, glaube er daß man die Haltbarkeit eines solchen Geschützes zu hoch schätzte. Der Umstand scheine übersehen zu sein, daß ein Reif in dem Verhältnisse der ihm auferlegten Zusammenziehung geschwächt wird. Er behaupte daß ein Reif in seinem gewöhnlichen Zustande stärker ist, als wenn er im Zustande der Spannung angelegt wird. Nehme man an, ein Gewicht werde funfzehn Fuß hoch gehoben und ein Reif, in welchem ein konischer Zapfen steckt, darunter gelegt, und es genügten alsdann fünf Schläge ihn zu zersprengen, so würde er nach dem ersten Schlage nun ein Fünftel schwächer sein als vorher; und er glaube daß das Auftreiben eines Ringes auf einen festen Körper dieselbe Wirkung wie ein Schlag habe. Er wisse aus Erfahrung daß ein Reif, welcher so klein gemacht ist daß er beträchtlich erhitzt werden muß, an seinen Platz gelegt, durch die Gewalt seiner eigenen Zusammenziehung oft zerrissen wird. Er trage kein Bedenken zu sagen, daß viele Unglücksfälle auf Eisenbahnen nur daraus entstanden, daß die Reifen der Wagenräder zu fest aufgetrieben waren und nach ihrer Ab-

Digitized by Google

nutzung nicht die genügende Festigkeit hatten, der Spannung zu widerstehen, welcher sie durch ihre Zusammenziehung ausgesetzt wurden.

Herr Whitworth

zeigte ein Modell seiner gezogenen Kanone, welches er in die Versammlung auf die Bitte des Präsidenten mitgebracht hatte. Durch letzteren wurde eine Menge von Fragen seitens der Mitglieder an Hrn. Whitworth gerichtet.

Dieser erklärte, das Metall seiner Geschützrohre sei das sogenannte „homogene Eisen", welches im hohen Grade die Eigenschaften des schweißbaren Stahls besitze. Es werde vorzüglich aus Stangen schwedischen Eisens gemacht, die in kurze Stücke geschnitten, in Tiegeln geschmolzen und zu einem großen cylindrischen Stücke gegossen würden, welches dann unter dem Schwanzhammer in die verlangte Form geschmiedet werde. Das massiv geschmiedete Rohr werde auf die gewöhnliche Weise ausgebohrt und erhalte die Züge gleichförmig durch seine ganze Länge, ohne daß eine Kammer am Bodenende bleibe. Der Drall betrage bei dem 12-pfündigen Rohre eine Umdrehung auf 60 Zoll.

Das Laden sei sehr einfach. Der Boden welcher aus einer Schraubenklappe bestehe, die in einem Scharnier-Ringe hängt und in diesem nach der rechten Seite des Rohrs aufgeklappt werden kann, werde losgeschroben und geöffnet, das Projektil und darauf die metallene Ladungsbüchse mit der vorn in derselben befindlichen schlüpfrig machenden Vorlage eingeführt, die Bodenkappe wieder vorgelegt und festgeschroben, die Schlagröhre durch die Mitte des Bodens eingesetzt und das Geschütz abgefeuert. Dies Verfahren sei so einfach daß, wenn es wünschenswerth erscheine, eine große Schnelligkeit des Feuerns erreicht werden kann.

Eins der vorgezeigten Projektile sei ein $2^1/_2$-pfündiges Geschoß, welches aus einem kleinen, 208 Pfd. schweren 3-pfündigen Rohre mit einer Pulverladung von 8 Unzen unter 35^0 Elevation geschossen, die Entfernung von $5^1/_2$ Meilen erreicht habe.

Die Patronenbüchsen werden aus verzinntem Eisen gemacht und so gestaltet, daß sie in die Seele passen. Das Pulver werde in ihnen durch die, in ihr offenes Ende gelegte Vorlage festgehalten. Diese Vorlage bestehe aus Wachs und Talg; sie werde bei der Explosion geschmolzen und durch das Rohr verbreitet, und mache die ganze Seele schlüpfrig, so daß bei guter Beschaffenheit des Pulvers fast immer aus dem Rohre geschossen werden könne, ohne daß es durch Auswischen gereinigt werden müßte.

Die Geschosse würden in der paßlichen Form gegossen, und selbstwirkende Maschinen schnitten ihre sechskantige Seitenfläche in die richtige Gestalt. Die Kosten dieser letzteren Arbeit betragen für ein 12-pfündiges Geschoß nicht mehr als einen Penny an Arbeitslohn.

Versuchsweise wären sehr lange Bomben aus den 24-pfündigen Rohren geschossen. Da die Rohre gar keine Kammer haben, so kön-

Digitized by Google

nen große Pulverladungen und Geschosse von jeder Länge gebraucht werden; es sei also leicht, die Versuche mit Ladungen und Geschossen von verschiedenen Gewichten anzustellen und so zu ermitteln, welches die für das Geschütz und für einen besonderen Zweck geeignetste Pulverladung und Geschoßlänge ist. Das 3-pfündige Rohr schoß mit einer angemessenen Pulverladung ein $2\frac{1}{2}$ Pfd. schweres Geschoß weiter als ein 2 oder 3 Pfd. schweres; das $2\frac{1}{2}$ Pfd. schwere habe sich mithin als das angemessenste für ein Rohr von $1\frac{1}{2}$ Zoll Kaliber gezeigt. Auf dieselbe Weise sei das passendste Gewicht und die geeignetste Gestalt des Geschosses für das 80-pfündige Rohr durch eine Reihe von Versuchen bestimmt, welche zeigten daß das sogenannte 68-pfündige Rohr das zweckmäßigste für ein 80-pfündiges Geschoß sei; dieses Geschoßgewicht gebe das beste Moment und sei folglich das wirksamste. Die verschiedenen Formen der vorgezeigten Projektile wären aus einer sehr sorgfältigen Untersuchung und nicht bloß aus einem Raisonnement **a priori** hervorgegangen, sie wären in der That das Ergebniß vieler Versuche; als man einige Thatsachen gewonnen hatte, wurden weitere Versuche angeordnet, die zu den Schluß-Resultaten führten. Das vorn flache Geschoß sei ein Modell desjenigen, welches zu Portsmouth auf 450 Yards Entfernung durch die 4 Zoll dicken Eisenplatten und die Seitenwand des Schiffes „Alfred" geschossen wurde. Dies Projektil wurde aus einem gußeisernen, dem gewöhnlichen im Dienste gebräuchlichen gleichen, aber gezogenen Rohre geschossen, welches für diese Anstrengung jedoch zu schwach war und den Tag nach dem eben angegebenen Versuche zersprang. Vorn flache 24 Pfd. schwere Projektile wurden mit $2\frac{1}{2}$ Pfd. Pulverladung aus einer der im Dienste gebräuchlichen 52 Zoll langen Bronze-Haubitzen, die Herr Whitworth 1856 mit Zügen versehen hatte, während einer Reihe von Versuchen geschossen, welche der Capitain Hewlett an Bord des „Excellent" anstellte. Das Geschütz war gesenkt und das unter einem Winkel abgeschossene Projektil ging durch 30 Fuß Wasser in schräger Richtung und durch 8 Zoll Eichenholz, zerbrach die Ständer der eichenen Scheibe 3 Fuß unter dem Wasser und grub sich viele Fuß tief in die Erde oder Mudde ein. Dies wurde für das erste Beispiel gehalten, daß ein Geschoß mit einer solchen Wirkung durch Wasser gedrungen war. Würden sphärische oder vorn runde Langgeschosse in das Wasser geschossen, so drängen sie nicht unter die Oberfläche, sondern wendeten sich und kämen wieder heraus. Das vorn flache Geschoß sei am geeignetsten, Eisenplatten zu durchschlagen. Werde ein vorn rundes Projektil gegen eine dicke schmiedeeiserne Platte geschossen, so verschiebe es die Partikel der letzteren nach den Seiten und habe den großen Widerstand zu überwinden, den sie von den Seiten her seinem Durchgange entgegensetzen. Bei dem vorn flachen Geschosse werde der Widerstand genau auf die Stelle beschränkt, wo das flache vordere Ende des Geschosses auffchlug, er sei gerade entgegen gesetzt und nicht seitwärts gerichtet, und wenn das Moment des Geschosses hinreiche und die Masse des letzteren im Zu-

Digitized by Google

sammenhange bleibe, so werde ein Loch in die Platte geschlagen. Man sei jetzt im Begriff zu versuchen, ob das vorn flache Geschoß des 80-pfündigen Whitworth-Rohrs $4^1/_2$ Zoll dicke Platten von Schmiedeeisen durchschlagen würde. Aus der vorhin bezeichneten gezogenen Bronze-Haubitze wurde versuchsweise eine 40 Zoll lange Bombe geschossen, die mit der Pulverladung fast die ganze Seele des Rohrs füllte.

Zur Erwiederung auf eine Frage nach der Festigkeit des bei den Büchsen benutzten Materials, theilte Herr Whitworth mit, daß er in einen Büchsenlauf, der am Boden einen Zoll im Durchmesser und eine Bohrung von 0,49 Zoll hatte, einen 18 Zoll langen bleiernen Pfropfen geladen habe, der so fest schloß daß er eben auf die Ladung gedrückt werden konnte; und daß alsdann der Lauf mit einer gewöhnlichen Pulverladung abgefeuert sei, wobei der durch die Explosion ausgedehnte Bleipfropfen in dem Laufe stecken blieb, während alles Pulvergas durch das Zündloch, welches klein und mit Platina ausgelegt war, entwich. Danach wurde das Blei aus dem Rohre ausgeschmolzen und derselbe Versuch mit demselben Resultate vier mal wiederholt. Er sei also überzeugt daß das homogene Metall hinreichend stark sei, um den größten Anstrengungen, denen es beim Gebrauche jemals unterworfen werden könnte, zu widerstehen.

Es sei viel von den großen Kosten der Whitworth-Büchsen gesprochen. Man müsse die Kosten aber nach dem Materiale und der Arbeit beurtheilen, und diese sollten für die besten Waffen auch von der besten Beschaffenheit sein. Er habe das beste Material verwandt was man bekommen könne. Es koste 60 Pfund per Tonne; sei sehr hart, sehr zähe und sehr schwer zu verarbeiten, aber dann sei es sehr gut, sehr stark und sehr dauerhaft. Es sei unbillig, den Preis einer von diesem Materiale verfertigten Büchse mit dem einer anderen zu vergleichen, die aus dem weicheren und leichter zu verarbeitenden, aber viel weniger dauerhaften Materiale bestehe, welches man in Enfield für die gewöhnlichen Dienst-Gewehre benutzt. Vor einiger Zeit habe Herr Whitworth anempfohlen, daß man den Büchsen in Enfield seine sechskantige Bohrung, das Kaliber welches er angenommen habe und den Drall von etwa zwei Umdrehungen in dem 39 Zoll langen Laufe, oder von einer Umdrehung auf 20 Zoll, statt des halben Dralls des Enfield-Gewehrs geben möge; und er bezweifele nicht daß man, wenn dies geschehen wäre, die Wirkung der Büchse ohne eine Erhöhung der Kosten verdoppelt haben würde. Aus einem theureren und schwieriger zu verarbeitenden Materiale könne eine Büchse nicht zu demselben Preise verfertigt werden; jedoch würde es besser und wirklich ökonomischer sein, eine tüchtigere und dauerhaftere Waffe zu wählen, da die größeren Kosten durch die längere Haltbarkeit gedeckt würden. Herr Whitworth gab an, daß bei den im April 1857 vor einer officiellen Kommission ausgeführten vergleichenden Versuchen zwischen dem Whitworth- und Enfield-Gewehre die Resultate hinsichtlich der Genauigkeit des Schusses

Digitized by Google

und der Größe der Schußweite beinahe im Verhältnisse von 3 zu 1 zu Gunsten des Whitworth-Gewehrs ausfielen. Mit dem letzteren wurde auf 2000 Yards eine Scheibe getroffen, während die größte Schußweite des Enfield-Gewehrs 1400 Yards war.

Auf das Geschütz zurückkommend erklärte Herr Whitworth, daß das 80-pfündige Rohr absichtlich so stark gemacht sei, damit es einer jeden Probe ohne Nachtheil unterworfen werden könne. Es bestehe aus homogenem Eisen. Auf eine Röhre, die eine äußere Verjüngung von etwa einem Zoll habe, wären Reifen, jeder ungefähr 20 Zoll lang, durch hydraulischen Druck aufgezwängt. Versuche befähigten ihn genau den Druck zu bestimmen, den jeder Reif aushalten würde, und alle Reifen wurden mit dem größten Drucke angelegt, welchem sie ohne beschädigt zu werden widerstehen können. Ueber die zuerst befestigten Reifen sei eine zweite Schicht gelegt und so das 80-pfündige Rohr konstruirt. Jetzt bedürfe man der zweiten Schicht von Reifen nicht mehr; aber das erste große gezogene Rohr habe man stärker machen wollen als wirklich nöthig war, so stark in der That, daß das Schießpulver es nicht zu zersprengen vermöchte. Bei dem 12-Pfdr. wären gar keine Reifen angewandt, und Herr Whitworth glaube daß auch Rohre großen Kalibers von diesem homogenen Metalle ohne Reifen gemacht werden können. Das Innere des 80-pfündigen Rohrs bestehe aus einer Röhre von homogenem Metalle; die äußeren Ringe wären von faserigem Eisen, mit Ausnahme von zweien, zunächst am Boden befindlichen, die Herr Clay aus Puddelstahl gemacht habe. Die Reifen wurden kalt angelegt. Der Drall mache eine Umdrehung: beim 80-pfündigen Rohre auf 100 Zoll, beim 12-pfündigen auf 60 und bei dem kleinen 3-pfündigen auf 40 Zoll. Hinsichtlich des Dralls welcher bei den Whitworth-Rohren angenommen wurde, sei folgender Versuch zu erwähnen. Zwei Läufe wurden von gleichem Durchmesser, gleicher Bohrung, überhaupt mit Ausnahme ihres verschiedenen Dralls ganz übereinstimmend angefertigt; der eine enthielt zwei, der andere vier Umdrehungen. Indem man beide unter 1° 20′ Elevation mit 50 Gräns Pulver abschoß, fand sich daß beide Läufe ihr Geschoß ungefähr auf dieselbe Höhe in die Scheibe brachten. Herr Whitworth nahm dann eine stärkere Pulverladung, wobei das Geschoß aus dem Laufe mit zwei Umdrehungen die Scheibe beträchtlich höher, das aus dem Laufe mit vier Umdrehungen dagegen nur sehr wenig höher traf als bei der kleineren Ladung. Darauf wurde von dem letzteren Laufe eine Länge von 10 Zoll abgeschnitten, so daß in ihm nur drei Umdrehungen blieben, und dann aus diesem Laufe unter derselben Elevation wieder mit der stärkeren Ladung geschossen. Das Resultat war nun, daß sein Geschoß die Scheibe höher als das des andern Laufs traf. Dies zeige daß die Rotation zu der Länge des Laufs in einem angemessenen Verhältnisse stehen müsse. Es sei wünschenswerth so viel Rotation zu haben, als mit Rücksicht auf die Länge des Rohrs möglich ist. Bei einem sehr langen Rohre sei eine starke Rotation nicht

Digitized by Google

rathsam, da die rasche Umdrehung des Projektils an der Mündung am meisten fühlbar werde.

Herr Conybeare

fragte, ob Herr Whitworth nicht gefunden habe daß ein stärkerer Drall die Neigung des Geschosses, seitwärts abzuweichen, vergrößere? Wenn man mit der Büchse aus fester Auflage schieße, so bleibe das Geschoß nicht in der Visirrichtung, sondern weiche je nach den Zügen rechts oder links ab. Die Franzosen hätten, um diese Abweichung zu verringern, den Drall herabgesetzt.

Herr Whitworth

antwortete, daß die Geschosse in der Richtung abwichen, in welcher das Rohr gezogen sei. Hierin liege aber für die Praxis keine Schwierigkeit, da beim Richten die Abweichung leicht berücksichtigt werden könne. Bei den großen Schußweiten hänge sehr viel von dem Einflusse des Windes ab. Zuweilen treibe er das Geschoß 200 Fuß zur Linken, ein andermal 400 Fuß zur Rechten der Schußrichtung, wenn man auf ihn keine Rücksicht genommen habe.

Der Präsident

bemerkte, ein sehr wesentlicher Punkt sei der, daß bei fortgesetztem Gebrauche desselben Materials in Enfield ein Dienst-Gewehr nach dem von Herrn Whitworth für die Züge und das Laden angenommenen Systeme zu demselben Preise gemacht werden könne, als wofür die Enfield-Gewehre angeschafft werden. Er habe die Aeußerung des Herrn Whitworth so verstanden. Auch vermuthe er, daß Herr Whitworth die Meinung noch zurückhielt, daß das Kaliber welches er für seine Büchsen angenommen habe, besser sei als das welches für die Enfield-Gewehre gewählt wurde.

Herr Whitworth

erwiederte, daß diese Meinung sich auf Versuche gründe, welche zeigten daß der von ihm gewählte Durchmesser der Bohrung für Leute gewöhnlichen Schlages angemessener als ein größeres Kaliber sei. Wären die Leute dreimal so kräftig als sie wirklich sind, so würde das Kaliber des Enfield-Gewehrs das richtige sein. Jedes Kaliber habe eine Ladung, welche die beste Flugbahn gebe; die Ladung, welche bei dem Enfield-Gewehre die beste Flugbahn gebe, sei viel zu groß, sie verursache einen stärkeren Rückstoß als der Mann ertragen könne. Deshalb habe er den Durchmesser der Bohrung kleiner angenommen, damit die hiernach abgemessene Ladung keinen zu starken Rückstoß gebe.

Digitized by Google

Herr Capitain Moorsom

sagte, es scheine ihm daß solche, hauptsächlich den Soldaten angehende Bemerkungen, wie die über die Größe des Kalibers, die Grenze erreichen die zwischen dem Civil-Ingenieur und denen welche die Waffen zu gebrauchen haben, gezogen werden sollte; und daß sie in einen Gegenstand eingreifen, von dem man kaum annehmen könne daß die Mitglieder dieses Vereins ihn gehörig verstehen. Einer der in dieser Angelegenheit erfahrensten Officiere der Armee sei anwesend. Er hoffe daß Herr General Hay seine Ansicht über die von Herrn Whitworth empfohlene Verkleinerung des Kalibers sagen werde.

Herr General Hay

bemerkte, daß die Versuche welche er gemacht habe, zum großen Theile einen geheimen Charakter trügen, er deshalb nicht die Freiheit habe ihren eigentlichen Ausgang bekannt zu machen. Wenn er aber aufgefordert werde, über den relativen Werth des Enfield- und Whitworth-Gewehrs eine Meinung abzugeben, so sei dies eine Sache, deren Beurtheilung Jedem, welcher sie sorgfältig erwogen habe, zustehe. Das kleine Kaliber werde hinsichtlich der Genauigkeit des Schusses das große unstreitig schlagen. Das Whitworth-Gewehr kleinen Kalibers habe dabei die, noch von keiner andern Waffe ähnlicher Art erreichte Eigenthümlichkeit, daß es nicht allein die größere Trefffähigkeit sondern eine dreifache Eindringungskraft besitzt. Dabei können für besondere Zwecke Geschosse verschiedener Art vom Blei bis zum Stahl gebraucht werden. Ein Projektil welches zum zehnten Theil aus Zinn bestand, durchschlug 35 Bretter, während das Enfield-Gewehr ein weiches Geschoß bedürfe und mit diesem nur 12 Bretter durchschlug. Er habe gefunden, daß auf eine Schußweite von 800 Yards die vermehrte Geschwindigkeit des härter gemachten Projektils eine Eindringungskraft gab, die ein Verhältniß von 17:4 zu Gunsten des Whitworth-Gewehrs anzeigte. Die Geschwindigkeit könne, caeteris paribus, zu einem Maße für das Eindringen dienen. Die außerordentliche Eindringungstiefe des Whitworth-Geschosses sei aber für Militair-Gewehre beim Schusse gegen Sandsäcke, Schanzkörbe ꝛc. von großem Werthe. Das Whitworth-Geschoß durchschlage anderthalb Sandsäcke oder einen dreifüßigen Schanzkorb, das Enfield-Geschoß schlage nur durch einen Sandsack und erreiche nur die Mitte eines Schanzkorbs. Er glaube daß man die Vorzüge des kleinen Kalibers noch nicht hinreichend eingesehen habe. Es sei, wie er wohl wisse, kürzlich behauptet worden daß das Enfield-Gewehr kleinen Kalibers das kleine Whitworth-Kaliber geschlagen habe; aber nichts der Art sei vorgekommen. Er trage kein Bedenken zu sagen, daß dieser Gegenstand bis jetzt ganz und gar mißverstanden sei; nur durch Verhandlungen wie diese hier könne das Publikum die wahre Sachlage kennen lernen. Da sei es passend anzugeben, daß man in Enfield genau das Kaliber des Whitworth-

Digitized by Google

Gewehrs und auch dessen Drall von einer Umdrehung der Züge auf 20 Zoll angenommen habe. Es würde deshalb nicht sehr bemerkenswerth sein, wenn dieselbe Genauigkeit des Schusses erreicht worden wäre. Wie er aber gezeigt habe, müssen außer der Trefffähigkeit noch andere Dinge berücksichtigt werden. Nehme man z. B. an, daß mit dem Enfield-Gewehre kleinen Kalibers dieselbe Trefffähigkeit wie mit dem Whitworth-Gewehre erreicht wäre, so käme noch der Umstand in Betracht, daß die Eindringungsfähigkeit des letzteren um zwei Drittel größer als die des ersteren ist. Dies sei nicht hinreichend gewürdigt. Herr Whitworth habe die Aufgabe welche er sich stellte: auf die vortheilhafteste Art eine gegebene Bleimasse mit einer gegebenen Pulvermenge zu schießen, gelöst; in England sei zur Zeit kein Gewehr, welches diese Bedingung in demselben Maße erfüllte wie das Whitworth-Gewehr.

Auf eine Frage des Präsidenten erwiederte Herr General Hay, daß jedes Rohr, in welchem eine gewisse Menge Pulver explodirte, schmutzig werde. Aber wenn sich das Geschoß gehörig ausdehne, so sei nach dem Schusse der Lauf als wäre er ausgewischt. Dehne sich das Geschoß aber nicht aus, so werde natürlich auch der Lauf nicht gereinigt. Er wage zu sagen, daß das kleine Whitworth-Kaliber bei Anwendung des gewöhnlichen Jagdpulvers nie in einer das Laden erschwerenden Weise schmutzig werde. Wenn die Fettung gut sei, so könne ein solches Schmutzen gar nicht eintreten, selbst wenn das Gewehr einen Monat lang ununterbrochen gebraucht würde. Er selbst habe 100 Schüsse an einem Tage, 60 am folgenden gethan, dann 40 u. s. w. und das Rohr dabei während 10 Tagen ungereinigt gelassen; und es habe danach ebenso gut als am ersten Tage geschossen. Aber wenn die hier angeführten Bedingungen nicht erfüllt würden, wenn man Geschosse ohne die gehörige Ausdehnung und Fettung schießen wollte, dann werde sich in jedem Rohre Schmutz ansetzen und anhäufen. Man habe gemeint, daß das Whitworth-Gewehr wegen seines kleinen Kalibers gewiß schmutzen müsse, indem 70 Gräns Pulver für den Durchmesser der Bohrung zu viel wären; bekanntlich wären aber 100 Gräns Pulver in diesem Laufe mit Vortheil gebraucht.

Es mache ihm großes Vergnügen, somit den Werth der Erfindung des Herrn Whitworth bezeugen zu können.

Herr Oberst Eardley Wilmot von der Königl. Artillerie

sagte, die Schrift enthalte eine Bemerkung, deren genauer Sinn schwer zu verstehen sei; er befürchte jedoch daß der Verfasser den Eindruck hervorbringen wollte, als habe die Artillerie-Prüfungs-Kommission seine Erfindung mit Mißachtung behandelt. Er wolle hervorheben, daß die Regierung dieser Kommission einen Civil-Ingenieur beigeordnet habe — den Herrn C. H. Gregory, Vice-Präsidenten dieses Vereins, was doch wohl ein besonderes Kompliment für die Civil-Ingenieure sei —, ferner den Professor Wheatstone und einen der ausgezeichnetsten Ma-

Digitized by Google

thematiker in Europa, den Professor Sylveſter. Es ſei nicht richtig daß das von dem Verfaſſer verfochtene Prinzip für fehlerhaft erklärt worden ſei. Bei den Verſuchen zeigte es ſich allerdings ſo; denn Schüſſe mit einer Ladung, die wie er glaube viel geringer war als die, mit welcher man gewöhnliche gußeiſerne Rohre deſſelben Kalibers probiren würde, ſtießen den Boden heraus und wickelten den Draht ab. Der erſte Einwurf gegen dies Syſtem ſei die Schwierigkeit, einem Drahtrohre einen tüchtigen Boden zu geben; dann auch der, daß das Rohr unbrauchbar ſein würde, wenn ein Schuß es getroffen hätte, weil hierdurch der Draht abgeſprengt, jedenfalls doch die äußerſte Genauigkeit der Spannung, die nöthig ſein ſoll, geſtört werden würde. Vielleicht ſei kein Grund vorhanden, weshalb nicht Geſchützrohre auf dieſe Art verfertigt werden könnten; es könne der Fall ſein daß der Verfaſſer ſein Rohr verbeſſert und hinſichtlich der beiden eben genannten Punkte jetzt mehr Erfolg hat als früher. Die Schwierigkeit den Boden feſt zu machen, ſei indeß ſehr groß. Als aus dem Rohre des Capitains Blakely (Fig. 9.) eine gewiſſe Zahl von Schüſſen geſchehen war, wurde der Boden herausgeworfen. Dieſelbe Schwierigkeit werde bei allen aus Theilen zuſammengeſetzten Rohren, die von der Mündung aus geladen werden, ſtattfinden; in dieſer Beziehung wären Kammerladungsrohre viel einfacher. Er ſei bei den erſten Verſuchen mit dem Whitworth-Rohre zugegen geweſen und könne die merkwürdige Kraft des vorhin erwähnten Haubitzrohrs bezeugen. Auch den erſten Verſuchen mit dem Armſtrong-Rohre bei Newcaſtle habe er beigewohnt, deſſen Schußgenauigkeit damals ſo bemerkenswerth war, wie ſie es jetzt iſt. Auf eine Entfernung von 1500 Yards konnte er ohne Schuß innerhalb 20 Yards von der Scheibe mit vollkommenem Vertrauen ſtehen. Dies Rohr werde jetzt nicht von demſelben Materiale und nicht auf dieſelbe Art gemacht wie damals, auch die Züge wären jetzt andere, ebenſo die Form und Anfertigungsart des Geſchoſſes. So ſei es auch bei Herrn Whitworth, der jetzt mit einem Kammerladungsrohre von anderem Materiale auftrete. Wenn Herr Longridge in ähnlicher Weiſe Abänderungen bei ſeinem Rohre getroffen habe und letzteres dann in überzeugender Form vorlege, ſo bezweifele der Oberſt Wilmot nicht, daß es derſelben Aufmerkſamkeit begegnen werde als die Rohre von Sir William Armſtrong und Herrn Whitworth. Um den Koſtenpunkt zu berühren, ſo ſei in den Tagen von denen er rede, Geld nicht ſo reichlich vorhanden geweſen als jetzt. Die Koſten für das erſte Armſtrong-Rohr betrugen wie er meine 850 Pfund und 400 Pfund für perſönliche Ausgaben, wovon nur die Hälfte verlangt wurde. Es ſtehe nun feſt, daß ein kompletes größeres Rohr für eine viel geringere Summe beſchafft wird.

Hinſichtlich des zu den Geſchützrohren zu verwendenden Materials wiſſe er daß Viele über dieſen Gegenſtand nachdenken, und ſei überzeugt daß binnen Kurzem ein gutes Reſultat erreicht werde. Doch würde er es bedauern, wenn man das Gußeiſen jetzt für völlig un-

Digitized by Google

tauglich zu Geschützrohren halten wollte. Im gegenwärtigen Augenblicke sei in Woolwich ein Versuch mit einem Rohre gemacht worden, welches folgende Schüsse aushielt: 10 Schüsse mit einem 68 Pfund schweren Cylinder, 10 Schüsse mit einem zweimal 68 Pfund schweren, 10 mit einem dreimal 68 Pfund schweren Cylinder u. s. w. mit vier, fünf, sechs und sieben mal 68 Pfund schweren Cylindern, so daß das Gewicht des Cylinders bei den letzten 10 Schüssen 476 Pfund betrug. Die Pulverladung war durchweg 16 Pfd. Das Rohr blieb unbeschädigt. Darauf geschahen 5 Schüsse mit derselben Pulverladung und einem 544 Pfd. schweren Cylinder. Hierbei wurde die Laffete zertrümmert. Nachdem sie wieder hergestellt war, geschah noch ein Schuß mit derselben Ladung und demselben Cylinder, und bei diesem Schusse zersprang das Rohr.

Er besitze die Resultate von Versuchen mit einem spanischen gußeisernen 8′ 9″ langen und 45 Centner schweren 32-Pfünder. Aus diesem Rohre wurde zunächst mit 21 Pfd. Pulver 2 Kugeln und 2 Vorschlägen, dann mit 9 Pfd. Pulver 2 Kugeln und 3 Vorschlägen unter 10° Elevation geschossen. Er brauche kaum zu sagen daß bei höherer Elevation das Rohr heftiger erschüttert wird. Dann geschahen 827 Schüsse mit 9 Pfd. Pulver 2 Kugeln und 3 Vorschlägen, ferner mit 9 Pfd. Pulver 3 Kugeln und 2 Vorschlägen, dann mit 9 Pfd. Pulver 4 Kugeln und 2 Vorschlägen, und so fortfahrend mit derselben Pulverladung und derselben Zahl von Vorschlägen bis zu 11 und 12 Kugeln, wobei das Rohr bis zur Mündung angefüllt war. Es wurde dann weiter geschossen mit 12 Pfd. Pulver und 10 Kugeln, 15 Pfd. Pulver und 9 Kugeln, 18 Pfd. Pulver und 8 Kugeln, 21 Pfd. Pulver und 7 Kugeln, 24 Pfd. Pulver und 6 Kugeln, 27 Pfd. Pulver und 5 Kugeln, wobei das Rohr wieder bis zur Mündung angefüllt war. Dann zersprang es. Man gebrauchte nun dies Rohr zu sprengen im Ganzen 3 Tonnen 13 Centner Pulver, 25 Tonnen 8 Centner Kugeln und 2 Tonnen 19 Centner Vorschläge.

Eine amerikanische Bombenkanone von 9 Zoll Kaliber, 9 Fuß Länge und 81¼ Centner Gewicht hat die Schüsse ausgehalten, welche in der umstehend folgenden Tabelle enthalten sind.

Er könne auch einen englischen 32-Pfünder erwähnen, von dem man wisse, daß er bei der Belagerung von Sebastopol 3000 Schüsse aushielt, und dessen Zündloch zwar sehr erweitert, dessen Bohrung aber vollkommen glatt, gut und brauchbar war.

Wenn gußeiserne Rohre, die solche Proben ertragen, gemacht werden können, so sollte man sie nicht ganz und gar verwerfen. Er wolle nicht sagen daß Gußeisen für gezogene Kanonen das richtige Material, sondern nur daß es ein Metall sei, welches wohl verdiene in Erwägung gezogen zu werden. Man könne aus seinen Bemerkungen folgern, daß er ein Vertreter der gußeisernen Rohre sei. Hinsichtlich der Oekonomie und der Einfachheit der Verfertigung wären die guß-

Digitized by Google

Zahl der Schüsse.	Pulverladung in Pfunden.	Zahl und Art der Geschosse.	Gewicht der Geschosse in Pfunden.
2	15	1 Kugel	90
1500	10	1 Bombe	72
5	15	1 Kugel	90
5	15	2 Kugeln	180
2	15	3 Kugeln	270
3	15	4 Bomben	288
1	20	3 Kugeln 1 Bombe	342
1	20	2 Kugeln 4 Bomben	468
1	20	2 Kugeln 6 Bomben	612
1	20	7 Kugeln	630
1	20	8 Kugeln	720
1	20	9 Kugeln	810
1	20	10 Kugeln	900
Das Rohr zersprang.			

eisernen den schmiedeeisernen vorzuziehen, und er sehe wirklich keinen Grund die ersteren gleich zu verschmähen, obgleich er mehre Rohre gemacht habe die zersprangen, und kürzlich andere, von denen er wisse daß sie zerspringen würden und die er als unbrauchbar zur Seite gelegt habe. Die Geschützgießerei zu Woolwich sei zu dem Zwecke angelegt worden, die Eigenschaften des Gußeisens — eventuell auch des Stahls — zu vervollkommnen; man habe dabei die Unternehmungen der Privatfirmen nicht hindern, sondern Versuche machen wollen, um zu einer gewissen Methode der Fabrikation zu gelangen, so daß man sich auf das was diese Geschützrohre leisten sollen, verlassen könnte. Obgleich dies Etablissement ohne die Hülfe derer welche fähig wären Unterweisungen zu ertheilen, angefangen wurde und sich Schritt für Schritt herausarbeiten mußte, so sei er nichtsdestoweniger überzeugt daß es seinen Zweck in erfolgreicher und befriedigender Weise erfüllte. Er mache diese Bemerkung, weil er jenes Etablissement nicht allein als ein Werk der Regierung, sondern als ein nationales Unternehmen betrachte, über welches kein Mißverständniß obwalten sollte. Alle wären gleichmäßig dabei interessirt daß man ausfinde, ob es möglich sei gußeiserne Rohre, die alle erforderlichen Eigenschaften besitzen, zu verfertigen.

Man habe von der Umwandlung der alten Dienst-Rohre in ge-

Digitized by Google

zogene gesprochen. Die Anwendung der Langgeschosse vergrößere den Druck im Rohre, aber lange nicht so sehr als man angenommen habe, weil die Pulvermenge verhältnißmäßig herabgesetzt werde. Es sei gesagt worden daß bei einer Verringerung des Spielraums das Rohr mehr angestrengt werde. In beschränktem Maße möge das richtig sein. Der große Schaden welchen die Kugeln einem glatten Rohre zufügen, entstehe aus dem Spielraume. Mit einem Geschosse, welches so eingerichtet ist daß es die Seele vollständig ausfüllt, könnten mehre Schüsse geschehen ohne daß eine Beschädigung des Rohrs eintritt; denn es kommen dann die Anschläge des Geschosses an die Seelenwände nicht vor. Er glaube, in einem solchen Falle wie Herr Britten ihn vorlegte, wo bei einem 50 bis 55 Pfd. schweren Geschosse der Spielraum durch ein weiches Material wie Blei weggeschafft wird, sei es keine nothwendige Folge, daß das Rohr mit der zu einem guten Resultate nöthigen Ladung zerspränge. Die alten Dienst-Rohre würden, wie ihm scheine, für den gewöhnlichen Gebrauch leicht umzuwandeln, und dann so gut wie die meisten fremden gezogenen Kanonen sein.

Man habe auch von den Bronze-Rohren gesprochen und zu erfahren gewünscht, ob sie entweder als von vorn zu ladende oder als Kammerladungsrohre gebraucht werden könnten, und ob die eisernen Geschosse auf die Bronze nicht schädlich einwirkten. Den bisherigen Versuchen nach scheinen schädliche Eindrücke dieser Art nicht vorzukommen; so viel jetzt bekannt sei, könnten gezogene Kanonen wirklich von Bronze ebenso gut als von einem anderen Materiale gemacht werden und bei Geschossen von weichem Metalle lange Zeit ausdauern. Es sei behauptet, solche Rohre hielten nur 800 Schüsse aus und müßten dann zu dem halben Preise verwerthet werden. Dies sei nicht der Fall. Bronze-Rohre würden zu neuen umgeschmolzen; dies Metall gewähre den Vortheil daß man es zu jeder andern Form umwandeln könne. Kürzlich habe ein Bronze-Rohr mit etwas verkleinertem Spielraum über 1100 Schüsse ausgehalten und sei noch vollkommen dienstüchtig.

Für die Förderung dieses Gegenstandes müsse man Zeit, Mühe und Einfluß aufwenden. Er sei überzeugt daß Alles, was darin zum Besten des Landes geschehe, unter gehöriger Berücksichtigung der öffentlichen Mittel gebührend beachtet werde.

Herr Whitworth

gab mit Beziehung auf die eben erwähnten Bronze-Rohre an, daß sie für die Regierung auf Verlangen des verstorbenen Lord Hardinge im Jahre 1856 in gezogene umgewandelt wurden, und zwar genau nach demselben Systeme, welches er jetzt angenommen habe. Sie unterschieden sich von den Kanonen, aus denen bei den letzten Versuchen geschossen wurde, nur dadurch daß sie von vorn geladen wurden. Es sei schade daß sie und ähnliche gezogene Bronze-Rohre nicht, wie es hätte geschehen können, zum wirklichen Gebrauche in Indien und China verwandt

Digitized by Google

wurden. Mittelst der fettenden Vorschläge würden alle Schwierigkeiten, die aus dem Schmutzen entstehen könnten, vermieden. Diese gezogenen Bronze-Rohre würden, gehörig laffetirt und mit den entsprechenden Richtvorrichtungen versehen, wahrscheinlich ebenso gute Resultate geben als er bisjetzt mit seinen Kammerladungsrohren erhalten habe.

Sir William Armstrong

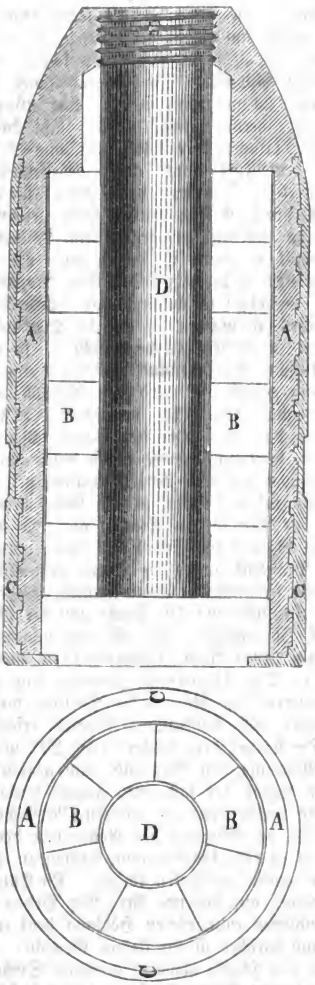
sagte, er habe über den Gegenstand dieser Verhandlungen bis dahin beinahe vollkommenes Stillschweigen beobachtet und fühle sich nur bewogen, aus dem Rückhalte hervorzutreten den seine officielle Stellung ihm anweise, weil zur Zeit die öffentliche Aufmerksamkeit in so hohem Grade auf die mit einander wetteifernden Geschütz-Systeme gerichtet sei. Es gewähre ihm aber eine Befriedigung, daß er die erste bestimmte und ausführliche Beschreibung seiner gezogenen Geschütze und ihrer Geschosse in einem Vereine mache, der aus seinen Fachgenossen bestehe und in welchem sich viele ihm nahe stehende Personen befinden.

Er habe das Rohr eines Feld-12-Pfünders genau von der Art, wie es vor Kurzem in Ihrer Majestät Dienst eingeführt wurde, zur Besichtigung herbeibringen lassen. Bevor er aber zu der Beschreibung desselben schreite, wolle er von dem Geschosse sprechen; er glaube, dies werde zu einem besseren Verständnisse des Geschützes beitragen. Er sei nämlich der Ansicht daß jedenfalls das Geschütz sich nach dem Geschosse richten müsse, und nicht dieses nach jenem; das Geschoß solle die Wirkung äußern und so müsse der richtige Gang offenbar der sein, daß man zunächst die zu verwendende Geschoßart festsetzt und dann dasjenige Rohr ersinnt, welches am besten geeignet ist sie zu schießen.

Bisjetzt sei es Gebrauch gewesen, im Felde drei Arten von Geschossen zu führen, nämlich: Vollkugeln, Shrapnels und Kartätschen. Die ersten wären, wie der Name angebe, einfache massive Kugeln von Gußeisen. Die zweiten bestehen aus einer Hohlkugel, welche mit Bleikugeln und einer kleinen Sprengladung gefüllt und mit einem Zeitzünder versehen ist, der von der Flamme im Geschützrohre entzündet wird und das Geschoß kurz vor dem Ziele zum Krepiren bringt. Die dritten bestehen aus einer Anzahl kleiner, in einer dünnen Büchse eingeschlossenen Eisenkugeln, und sollen gegen einen sehr nahen Feind geschossen werden. Die Vollkugeln und Shrapnels wären von sehr ungewisser Wirkung und könnten kaum auf mehr als tausend Yards mit Erfolg gebraucht werden. Aber außer den Mängeln aller dieser Geschosse sei es offenbar ein Uebelstand, drei Arten mitführen zu müssen; denn wäre die für einen gewissen Zweck passendste Art verbraucht, so müßte man auf eine andere hierfür nicht passende greifen. Er habe also den Gedanken gefaßt, ein Projektil zu machen welches nach Gefallen als Voll-, Shrapnel- oder Kartätsch-Geschoß gebraucht werden könne und noch den Vortheil gewähre, sowohl in Folge des Aufschlages als durch die Wirkung des Zeitzünders zu krepiren. Er lege Exemplare dieses Geschosses vor, ganze und um das Innere zu zeigen

Digitized by Google

Fig. 28.



12-Pfünder Granate mit Eisenstücken.

AA. Die gußeiserne Hülse oder Granate.
BB. Die Eisenstücke in Schichten.
CC. Der Bleimantel.
D. Die Kammer für die Sprengladung und den Konkussionszünder.
E. Die Schraube für den Zeitzünder.

Digitized by Google

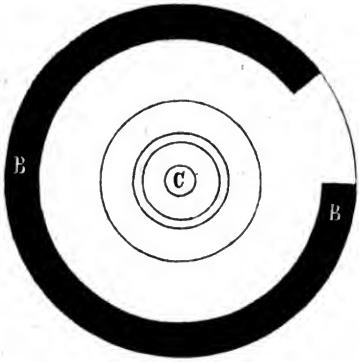
auch geöffnete. (Fig. 28.) Das Geschoß besteht aus einer sehr dünnen gußeisernen Granate, die inwendig 42 segmentförmige Stücke von Gußeisen enthält, welche um eine in der Mitte befindliche cylindrische Höhlung aufgeschichtet sind. In diese Höhlung kommt die Sprengladung und der Konkussions-Apparat. Die Granate wird auswendig dünn mit Blei bekleidet, indem man sie in eine Gießform setzt und geschmolzenes Blei herum gießt. Man läßt das Blei auch zu den Eisensegmenten dringen, deren Zwischenräume es ausfüllt, während die Höhlung in der Mitte durch einen eingesetzten stählernen Dorn offen gehalten wird. Das auf diese Weise bereitete Geschoß ist so fest, daß es durch 6 Fuß hartes Holz geschossen werden kann, ohne beschädigt zu werden; wogegen sein Widerstand gegen eine zersprengende Gewalt so gering ist, daß weniger als eine Unze Pulver hinreicht, es in Stücke zu brechen. Soll dies Projektil als Vollgeschoß gebraucht werden, so bedarf es weiter keiner Vorbereitung. Um es zu einem Sprenggeschoß zu machen — und die Zweckmäßigkeit, es je anders zu verwenden, wäre sehr zu bezweifeln — so muß die Sprengladung, der Konkussions-Apparat und Zeitzünder eingesetzt werden. Ist letzterer dann richtig gestellt, so wird das Geschoß wenige Yards vor dem Ziele, oder geschähe dies nicht, vermittelst des Konkussions-Apparats sobald es auf das Ziel oder den Boden schlägt, krepiren. Soll das Geschoß zum Kartätsch-Schusse gegen einen nahen Feind dienen, so muß der Zeitzünder auf Null der Eintheilung gestellt werden; dann krepirt es im Augenblicke wenn es das Rohr verläßt. In beiden Fällen streut es eine Menge von Stücken aus, die mit der Geschwindigkeit welche das Geschoß im Sprengorte hatte, vorwärts fliegen.

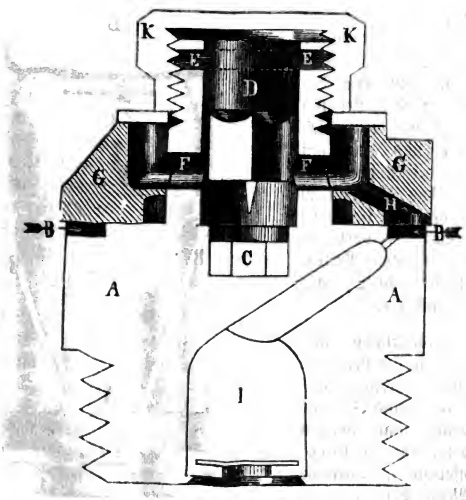
Eins dieser Projektile wurde in einem geschlossenen Raume, in welchem die Stücke gesammelt werden konnten, gesprengt; man fand 106 Eisen-, 99 Bleistücke und 12 Stücke von der Brandröhre u. s. w., im Ganzen 217 Sprengstücke. Es ist nicht ungewöhnlich, daß eins dieser Geschosse auf 3000 Yards Entfernung in eine Scheibenkolonne 100 Löcher macht. Die Sprengstücke stammen zum großen Theile von dem Blei her, letzteres trägt also zu der Wirkung viel bei.

Der Zeitzünder und Konkussions-Apparat erfordern eine genaue Beschreibung. Der Körper des Zünders (Fig. 29) wird in einer Gießform aus einer Mischung von Blei und Zinn gegossen. Der Zündersatz wird in einen Kanal, der fast einen ganzen Kreis um den Zünder bildet, gepreßt und nachher auf der äußeren Oberfläche mit Papier und Firniß bedeckt. Da die Bohrung des Rohrs von dem Geschosse ganz ausgefüllt wird, so ist kein Zwischenraum vorhanden, durch welchen sich die Flamme dem Zünder mittheilen könnte. Die Entzündung des letzteren geschieht deshalb auf folgende Art: Am Boden der in der Mitte des Zünders befindlichen cylindrischen Höhlung liegt eine kleine Menge Perkussionssatz und darüber ist ein kleines Gewicht — der Stößer — angebracht, der in eine scharfe abwärts gerichtete Spitze endigt. Dieser Stößer wird an seinem Platze durch eine Nadel festgehalten, die er

Digitized by Google

Fig. 29.





Der Zeitzünder.

AA. Der Körper des Zünders.
BB. Der Satzkanal.
C. Der Perkussionssatz.
D. Der Stößer.
EE. Der Halter.
FF. Der Flammendurchgang.
GG. Der drehbare Deckel oder Regulator.
H. Die Zündöffnung.
I. Die Pulverkammer.
KK. Die Befestigungskappe.

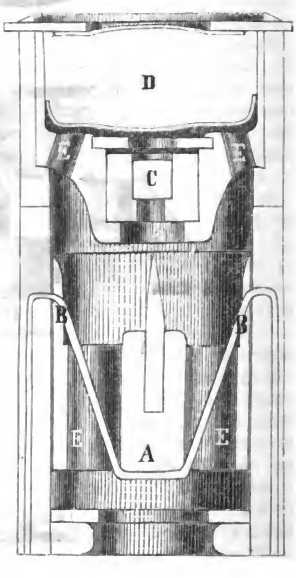
Digitized by Google

aber in Folge seines Beharrungsvermögens beim Abfeuern zerbricht. Dann dringt die Spitze sofort in den Perkussionssatz und entzündet ihn. Die hierdurch entstehende Flamme dringt in einen ringförmigen Raum unter dem drehbaren, auf dem Satzkanale ruhenden Deckel, und wird von hier durch eine Oeffnung nach außen und auf die beabsichtigte Stelle des Zünderſatzes geleitet. Letzterer brennt dann nach beiden Seiten fort, hat aber seine Wirkung nur an dem einen Ende, welches mit einem kleinen Pulvermagazine in Verbindung steht. Der Zünder wird mit einem eingetheilten Papiere umgeben, dessen Theilſtriche der Elevation des Geſchützes entſprechen, ſo daß wenn letztere für eine gewiſſe Schußweite ermittelt iſt, die Zündöffnung nur auf den Punkt der Eintheilung geſtellt zu werden braucht, der mit den Graden und Minuten der Elevation am Aufſatze übereinſtimmt. Dieſer Zünder gewährt den Vortheil, daß er vor dem Verbrauche des Geſchoſſes verſchiedentlich tempirt werden kann und daß es dem Officier möglich iſt, ſich von der richtigen Tempirung im Augenblicke des Ladens zu überzeugen.

Der Konkuſſionszünder (Fig. 30) iſt faſt ebenſo eingerichtet. Ein Stößer mit einer aufwärts gerichteten Spitze wird in einer Röhre durch einen Draht gehalten, welcher beim Abfeuern des Geſchützes zerreißt. Der frei gewordene Stößer tritt alsdann zurück und ruht auf dem Boden der Röhre; ſobald aber das Geſchoß in ſeiner Bewegung irgendwo aufſtößt, fliegt er vorwärts und dringt in den Perkuſſionsſatz, wodurch die Sprengladung entzündet wird.

Das vollſtändige und mit dem Zeitzünder verſehene Geſchoß hat offenbar keineswegs die Form und Verhältniſſe, welche man wählen müßte, wenn nur die Größe der Schußweite in Betracht käme. Man darf deshalb keinen Vergleich zwiſchen dieſem, auf die Größe der Wirkung berechneten Projektile und einem für große Schußweiten

Fig 30.



Konkuſſionszünder.

A. Der Stößer.
BB. Der Halter.
C. Der Perkuſſionsſatz.
D. Die Pulverkammer.
EE. Flammengänge.

Digitized by Google

eingerichteten Vollgeschosse anstellen. Indeß erreicht es im Vergleich zu sphärischen Geschossen ganz außerordentlich große Schußweiten, und soviel aus den veröffentlichten Berichten über die Versuche des Herrn Whitworth zu entnehmen ist, nicht viel geringere als dessen 12-pfündiges Geschoß bei derselben Ladung. Aber ungereimt würde es sein, zu verlangen daß jenes auf Kosten der Wirkung abgeändert werden solle, nur um eine geringe Vergrößerung der Schußweite zu erlangen; denn alle militärischen Autoritäten sind darüber einig, daß seine Schußweite schon mehr als hinreichend groß ist.

Das Publikum wird durch die Erreichung großer Schußweiten immer gefesselt; man täuscht sich aber sehr über diesen Gegenstand. Es ist ein ganz anderes Ding, ein Ziel auf eine abgemessene genau bekannte Entfernung, oder in einem beliebigen Terrain zu treffen, wo man die Entfernung erst ermitteln muß. Auf 4000 Yards begreift ein Mann zu Pferde einen Winkel von weniger als 3 Minuten, und in der Elevation entsprechen 3 Minuten nur 15 Yards an Schußweite. Ist also die Entfernung nicht bis auf 15 Yards genau bestimmt, so wird, wenn man auch das Geschütz als ganz vollkommen voraussetzt, der Schuß entweder zu kurz ausfallen oder über das Ziel weggehen. So lange es aber nicht möglich ist, die Distanz durch irgend ein brauchbares Mittel genau zu bestimmen, können sogar Fehler von 500 Yards leicht vorkommen. Außerdem würde auf eine solche Entfernung die Verschiedenheit der atmosphärischen Refraktion meistens die Elevation in einem sehr verwirrenden Maße verfälschen, während der Wind, in der Richtung des Schusses oder entgegengesetzt wehend, eine weitere Verwickelung herbeiführt, die allein schon hinreicht alle Bemühungen um die feine Berichtigung des Winkels unwirksam zu machen. Selbst Probeschüsse helfen auf weite Distanzen nicht zur Ermittelung der Elevation, weil man den Raum zwischen dem Aufschlage und dem Ziele nicht beurtheilen kann. Die Sache ist, daß, wie vollkommen die Waffen auch gemacht werden mögen, das Feuer auf weite Entfernungen niemals einen wesentlichen Einfluß auf das Schicksal einer Schlacht haben wird. Der eigentliche Kampf wird stets innerhalb eines Abstandes von 2000 Yards liegen, und deshalb sollte das Bestreben darauf gerichtet sein, innerhalb dieser Grenzen die Waffen so verderblich als möglich zu machen. Massive Bolzen unter 35 Grad Elevation zu schießen, damit sie zwischen einen fünf Meilen entfernten Feind fallen, würde eine bloße Munitionsverschwendung sein. Freilich wird, was hinauf geworfen ist, auch herunter fallen; nach der Lehre der Wahrscheinlichkeit aber und nach allen Erfahrungen über das sogenannte Vertikalfeuer ist die Aussicht, Jemanden durch ein aus den Wolken fallendes Geschoß zu beschädigen, zu gering als daß sie in Betracht gezogen werden müßte.

Das Rohr besteht ganz aus Schmiedeeisen, und der hervorragende Zug der Verfertigung ist die Verwendung des Materials in der Gestalt langer Barren, die spiralförmig zu Röhren aufgewunden und dann

Digitized by Google

geschweißt werden. Wegen der bequemeren Anfertigung werden diese Röhren zwei bis drei Fuß lang gemacht und nach Bedarf durch Schweißen miteinander verbunden. Von der Mündung bis zu den Schildzapfen wird das Rohr in einer Dicke, also in diesem Theile einem Gewehrlaufe analog gemacht. Hinter den Schildzapfen kommen noch zwei Schichten hinzu, von denen die äußere Schicht wie die innere Röhre aus spiralförmigen Windungen, die zwischenliegende dagegen aus eisernen Platten besteht, die zu einer cylindrischen Form gebogen und an den Kanten geschweißt werden. Der Grund für diesen Unterschied ist, daß die zwischenliegende Schicht hauptsächlich den Stoß am Boden aufnehmen soll, weshalb es wünschenswerth ist, hier das Gefüge des Eisens in die Längenrichtung zu legen, während es übrigens im Rohre vortheilhafter in die Querrichtung gelegt wird. Das hintere Ende des Rohrs nimmt die Bodenschraube auf, die gegen einen beweglichen Zapfen oder Stoßboden drückt, welcher die Seele verschließt. Die Schraube ist hohl; ihre Oeffnung kann, wenn das Verschlußstück weggenommen ist, als eine Verlängerung der Seele angesehen werden. Die Schraube wird mittelst einer Handhabe gedreht, welche durch eine halbe Umdrehung eine freie Bewegung hat, ehe sie die Schraube zu drehen beginnt. Hierdurch bekommt die Handhabe einen gewissen Anlauf und kann auf diese Weise sowohl beim Schließen als beim Lösen der Schraube hammerartig wirken. Die Seele hat 3 Zoll im Kaliber und 34 feine Züge, die an der führenden Seite rechtwinklig und radial, an der entgegengesetzten abgerundet sind. Am Bodenende ist die Seele um $^1/_8$ Zoll erweitert, so daß das Geschoß bequem hinein- und bis zum Anfange der Züge vorgeschoben werden kann.

Die Visireinrichtung ist eigenthümlich. Der Aufsatz hat für das Auge eine Oeffnung in Kreuzform, welche das vertikale und horizontale Absehen mit großer Genauigkeit auszuführen gestattet. Dies Visir ist oben am Aufsatze auf einem Querarme verschiebbar, für die Korrektion wegen eines seitwärts gerichteten Windes, sowie wegen der immer vorhandenen Seitenschleuderung, welche den aus gezogenen Rohren geschossenen Projektilen von fast allen Formen in größerem oder geringerem Grade eigen ist. Ein Vernier ist sowohl für die vertikale als horizontale Eintheilung vorhanden, mit ihm kann man die Elevation und Korrektion bis auf Minuten genau geben. Dieser Aufsatz ist hauptsächlich für weite Entfernungen bestimmt, wo man beim Richten des Geschützes viel Ueberlegung anwenden kann. Für schnelles Feuern auf kleine Entfernungen aber wird ein einfacherer und leichter zu gebrauchender Aufsatz bereit gehalten. Auf diesem ist die Elevation in kurzen Abständen angegeben, von denen jeder 50 Yards an Schußweite entspricht, und man stellt ihn vermittelst eines Sperrrades, welches jeden folgenden Abstand durch einen sehr hörbaren Schlag bezeichnet.

Das Laden geschieht so, daß man das Geschoß mit der Patrone und einem Fettvorschlage in die Höhlung der Bodenschraube legt und

Digitized by Google

entweder jedes für sich oder Alles auf einmal mit einem Setzer in die Seele schiebt; das Verschlußstück wird dann auf seinen Platz nieder gelassen und durch eine halbe Umdrehung der Schraube angedrückt. Das Rohr wird mit den gewöhnlichen Friktions-Schlagröhren abgefeuert, das Zündloch befindet sich in dem Verschlußstücke. Man sieht, die ganze Verrichtung ist einfach und sehr rasch ausführbar.

Bei den ersten Rohren war es nöthig, daß der Theil der Seele welchen das Geschoß ausfüllt, vollkommen rein war, weil letzteres sonst nicht immer seine richtige Stelle erreichte; deshalb mußte man einen nassen Wischer gebrauchen. Bei den neuen, nun in den Dienst eingeführten Rohren hat aber eine kleine Aenderung in der Seele bewirkt, daß man statt des nassen Wischers einen Fettvorschlag mit vollständigem Erfolge anwenden kann. Man kann nun mit großer Schnelligkeit und gewiß längere Zeit aus dem Geschütze schießen, ohne es auszuwischen.

Der Grund, weshalb das Zündloch in dem Verschlußstücke angebracht wurde, ist der daß die meiste Abnutzung des Rohrs beim Zündloche stattfindet, daß es folglich besser ist, letzteres in einem leicht ersetzbaren Theile als im Rohre selbst anzubringen.

Die Bodenschraube ist, weil sie sich inwendig befindet, den Beschädigungen nicht ausgesetzt, noch kann umherfliegender Sand oder Staub sich an ihre geölte Oberfläche anhängen und dem Gebrauche der Schraube hinderlich werden. Die Schraube ist von kleinem Durchmesser, und die wenigen Zolle größerer Rohrlänge, die ihre Anwendung nöthig macht, können nicht in Betracht kommen, wenn man erwägt daß der Rückstoß jede weitere Verringerung des Gewichts verbietet.

Das Verschlußstück war angekettet, damit es nicht fallen könnte; man hat aber beim Gebrauche vorgezogen es lose zu lassen. Der Mann welcher das Geschütz abfeuert, hebt das Verschlußstück nach jedem Schusse; es wird hierzu also eine Zeit benutzt, die sonst frei ist. Ein zweites Verschlußstück befindet sich bei jedem Geschütze in Reserve.

Die Laffete welche anfangs gebraucht wurde, zeigt das ausgestellte Modell. Sie war mit einem Rücklauf-Schlitten versehen, der nachher bei den Feldkanonen weggelassen ist; jetzt ist aber entschieden, daß diese Einrichtung für die Schiffskanonen beibehalten wird. Es ist ein Punkt von großer Wichtigkeit, daß ein Kammerladungsgeschütz seine Stellung nach dem Rücklaufe von selbst wieder einnimmt, damit man es nicht durch viele Leute wieder vorbringen lassen muß. Eine Bewegung für die Seiteurichtung war ursprünglich so angebracht, als das Modell sie besitzt, und sie erwies sich als eine große Erleichterung für das Richten des Geschützes. Neuerdings ist in den Königl. Werkstätten eine sehr zierliche Abänderung dieser Einrichtung erdacht und für die Feldlaffeten angenommen.

Was nun die schwere Artillerie betrifft, so ist es nöthig daß man wie vorhin damit beginne zu überlegen, welche Wirkungen hervorge-

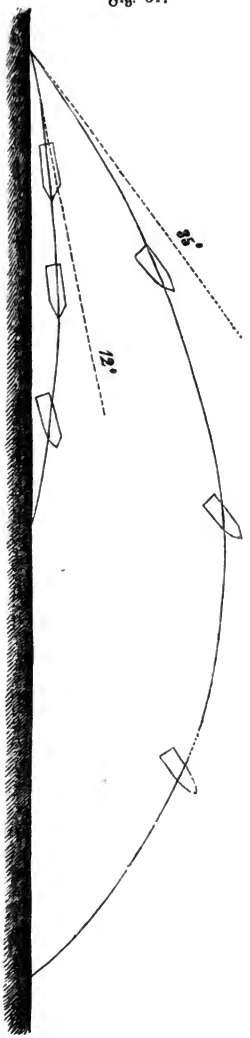
Digitized by Google

bracht werden müssen und welche Arten von Geschossen sich dazu am besten eignen. Man muß zugeben daß zur Zerstörung von Schiffen, Mauern, Erdwerken und Gebäuden, ebenso wie zum Schusse gegen feindliche Truppen Hohlgeschosse die wirksamsten Projektile sind. In der That giebt es, die eisenbepanzerten Schiffe und die Granitbatterieen ausgenommen, Nichts was nicht erfolgreicher durch Hohl- als durch Vollgeschosse angegriffen werden könnte. Dies leuchtet ein, wenn man bedenkt daß ein Hohlgeschoß mit Konkussionszündung immer erst eindringt bevor es zerspringt. Es bringt also erst die Wirkung eines Vollgeschosses hervor und dann kommt seine Sprengwirkung noch hinzu. Außerdem ist für das Schießen unter hohen Elevationen das Sprenggeschoß das einzige was in Betracht kommen kann. Die Wirkung eines Sprenggeschosses hängt nun aber von der Größe seiner Sprengladung ab, und eine große Sprengladung erfordert einen großen Durchmesser. Man sagt vergebens daß die Kleinheit des Durchmessers durch eine Vergrößerung der Länge ausgeglichen werden könnte; denn kann ein Hohlgeschoß kleinen Kalibers verlängert werden, so kann dies auch eins von großem Kaliber. Bei gleicher Länge oder bei gleichem Gewichte faßt das größere Kaliber nothwendig mehr Sprengladung als das kleinere. Deshalb neigte sich Sir W. Armstrong bei der Konstruktion der schweren Geschütze, im Gegensatz zu Herrn Whitworth, dem größeren Kaliber zu, wenn er hierdurch auch etwas von der Schußweite aufgäbe.

Es wäre nöthig, hier einige Worte über die Bedingungen zu sagen, von denen die Erreichung einer großen Schußweite hauptsächlich abhängt. Jeder werde einsehen, daß ein langes spitz zulaufendes Geschoß die Luft leichter durchschneidet, als eins von kurzer stumpfer Form. Aber es sei eine andere, nicht allgemein anerkannte Bedingung vorhanden, die gleichfalls einen sehr wichtigen Einfluß ausübt, nämlich die tragende Einwirkung der Luft, die von der schrägen Lage des Geschosses gegen die Richtung der Flugbahn herrührt. Man werde aus Fig. 31 erkennen daß die Achse des Geschosses, da sie während des Flugs ihrer ursprünglichen Lage parallel bleibt, nach und nach eine schrägere Lage gegen die Flugbahn bekommt. Da nun die Luft gegen die geneigte untere Fläche des Geschosses wirkt, drückt sie letzteres — ähnlich wie bei einem Papierdrachen — aufwärts, und wenngleich das Geschoß nicht wirklich gehoben wird, so wird doch sein Sinken verzögert, es hat also Zeit eine größere Weite zu gewinnen als es sonst erreichen würde. Man werde bemerken, daß die hebende Einwirkung hauptsächlich bei niedrigen Elevationen vorhanden ist; bei höheren kommt das Geschoß etwa quer gegen die Curve und dann hört die hebende Einwirkung auf. Sir W. Armstrong habe schon lange darauf hingewiesen, freilich nie ohne auf Unglauben zu stoßen, daß die Schußweiten der Langgeschosse in Folge dieser hebenden Einwirkung bei niedrigen Elevationen in der widerstehenden Luft wirklich größer sind, als sie im leeren Raume sein

Digitized by Google

Fig. 31.



Flugbahnen von Langgeschossen bei 35° und 12°.

würden. Er wisse daß dies bei mehren seiner eigenen Projektile der Fall sei und bezweifele nicht, daß Jemand welcher die Sache untersuchte, dasselbe auch bei den Projektilen des Herrn Whitworth finden würde. Es werde sehr allgemein angenommen, daß das Geschoß die parallele Lage seiner Achse nicht so beibehalte, sondern daß seine Spitze während des Flugs immer in der Richtung der Curve bleibe. Aber es sei unmöglich die beobachteten Erscheinungen mit dieser Voraussetzung zu vereinigen; auch sei nicht zu begreifen, welcher Zusammenhang zwischen der Geschoßachse und der Richtung der Flugbahn existiren sollte. Es würden Versuche angeführt, bei welchen man das Geschoß aus dem gezogenen Rohre mit so kleinen Ladungen schoß, daß man es bei seiner Bewegung durch die Luft genau mit den Augen verfolgen konnte. Man wollte hierbei deutlich wahrgenommen haben, daß die Achse der Curve folgte. Aber bei allen eigenen Versuchen Sir W. Armstrong's führten die aus den Aufschlagfurchen zu entnehmenden Anzeichen und die Gestalt der Löcher in den Scheiben zu dem entgegengesetzten Schlusse. Es wäre indeß leicht erklärlich, daß das Auge durch den auf der Retina zurückbleibenden Eindruck eines so rasch sich bewegenden Gegenstandes, der wie ein der Richtung der Curve folgender Schweif erscheint, getäuscht wurde.

Der geringe Unterschied zwischen der Schußweite eines kleinen und großen Bolzen sei ein anderer Umstand, welcher nur bei der An-

Digitized by Google

nahme daß die Achse schräg gegen die Curve liegt, erklärt werden könne. Obgleich die längere Flugzeit des kleinen Geschosses eine stärkere Abnahme der Geschwindigkeit anzeige, sei die erreichte Distanz doch beinahe dieselbe. Dies könne nur der verhältnißmäßig größeren Oberfläche des kleineren Bolzen und dem hierdurch erleichterten Schwimmen — wie man es nennen könnte — zugeschrieben werden. Diese Art von Schwimmen setze aber die schräge Lage voraus und könne ohne dieselbe nicht eintreten.

Die Seitenschlenderung nach rechts sei mit der hier aufgestellten Behauptung auch in Uebereinstimmung. Bei der schrägen Lage des Geschosses wirke die Luft mit einem nach oben gerichteten Drucke stärker auf den spitz zulaufenden vorderen Theil als auf das hintere Ende, und jedes Bestreben das eine Ende der Achse eines rotirenden Körpers zu heben, habe eine Seitenausweichung zur Folge, wie dies am Gyroscop gezeigt werde. Diese Ursache der Seitenschlenderung habe schon der Dr. Magnus aufgefunden, dessen Erklärung man jetzt allgemein beitrete.

Wende man diese Betrachtung nun auf die Frage nach dem Kaliber an, so ergebe sich, daß ein massiver Cylinder von kleinem Durchmesser hinsichtlich des Durchdringens durch die Luft zwar einen entschiedenen Vortheil vor einem hohlen Cylinder von großem Durchmesser hat, daß letzterer aber den Vortheil des Schwimmens besitzt; und hiervon komme es, daß der Unterschied in der Schußweite keineswegs so bedeutend ist als sonst erwartet werden könnte.

Nach einer vollständigen und sorgfältigen Untersuchung aller Umstände gelangte Sir W. Armstrong zu dem Schlusse, daß ein Kaliber von 7 Zoll etwa das im Allgemeinen vortheilhafteste für ein 100-pfündiges Geschütz sei, nicht allein für Bomben, sondern auch für Vollgeschosse; denn ein Geschoß von großem Durchmesser werde meistens wirksamer sein als ein langer dünner Bolzen, weil es ein größeres Loch macht und mehr Splitter und größere Verwüstungen hervorbringt. Ein Exemplar einer gußeisernen für das 100-pfündige Geschütz bestimmten Bombe wurde vorgezeigt. Sie sei sehr dick gegossen, damit sie einen heftigen Stoß ertragen könne ohne zu zerschellen; denn berste eine Bombe in Folge des Aufschlagens, so gehe die Wirkung der Explosion fast ganz verloren. In der vorgezeigten Gestalt fasse die Bombe 8 Pfd. Pulver, werde sie aber dünner und länger gegossen, so könne diese Ladung auf 12 Pfd. gebracht werden. Bei diesen Bomben werde auch ein Konkussionszünder gebraucht, der jedoch von dem vorhin beschriebenen wesentlich verschieden sei; aus dem oben Gesagten gehe hervor daß ein cylinderförmiges, unter hohen Elevationen geschossenes Projektil auf seine Seite fällt, und deshalb müsse der Zünder so eingerichtet sein daß er wirke, einerlei ob der Schlag auf die Spitze oder auf die Seite kommt. Es sei vorgeschlagen, auch bei den 100-pfündigen Geschützen ein Spreuggeschoß wie das vorhin bei dem Feldgeschütze beschriebene zu gebrauchen. Dasselbe würde gegen Schiffe,

Digitized by Google

indem es gleich nachdem es die Seitenwand durchschlug krepirte, wahrscheinlich das furchtbarste Geschoß sein, was je im Seekriege Anwendung fand.

Obgleich für das 100-pfündige Rohr ein Kaliber von 7 Zoll angenommen wurde, könnte doch für besondere Zwecke, welche die äußerste Gewalt des Eindringens verlangen, ein Geschütz kleineren Kalibers vorgezogen werden. Denn offenbar müsse ein 100 Pfund schweres Geschoß, welches seinen Stoß auf einen Flächenraum von 20 Quadratzoll ausübt, eine stärkere bohrende Wirkung äußern, als ein anderes welches den Stoß auf eine doppelt so große Fläche ausübt, also ein kleines Kaliber recht geeignet sein, um dicke Eisenplatten zu durchschießen, falls die Geschosse aus Stahl oder homogenem Eisen bestehen. Dann bleibe aber zu erwägen, ob nicht die Kosten solcher Geschosse ihre Anwendung verbieten. Herr Whitworth sei in einen unfreiwilligen Irrthum verfallen, als er sagte daß ein Schuß aus einem seiner Geschütze der einzige war, welcher eine schmiedeeiserne Platte von 4 Zoll Dicke durchschlug; aber selbst wenn dies der Fall wäre, würde es ihn zu der Folgerung die er daraus entnahm nicht berechtigen, weil vergleichende Versuche mit andern Geschützen desselben Gewichts und Kalibers fehlten.

Sir W. Armstrong glaubte genug gesagt zu haben, um die Ansichten von welchen er bei der Konstruktion seiner gezogenen Geschütze geleitet wurde, darzulegen, und zu zeigen wie trügerisch es ist, ein Geschütz zu beurtheilen, ohne nach den zerstörenden Eigenschaften der für dasselbe bestimmten Geschosse zu fragen. Er lasse Herrn Whitworth alle Ehre widerfahren für die Thätigkeit, Ausdauer und Geschicklichkeit, die er bei dieser Sache entfaltet hat; aber er verneine daß Herr Whitworth Resultate erreichte, welche die Ueberlegenheit seines Systems bewiesen. Die beiden Systeme wären in der That weniger verschieden als man gewöhnlich voraussetze. Beide, Herr Whitworth wie Sir W. Armstrong, nehmen die Kammerladung und engschließende Geschosse an. Herr Whitworth verschließt sein Rohr hinten durch eine auswendige Schraube, Sir W. Armstrong gebraucht zu diesem Zwecke eine inwendige. Der erstere öffnet den Boden des Rohrs ganz mittelst einer Thürangel, während Sir W. Armstrong ein Verschlußstück wegnimmt. Was ferner die Anfertigung anbetrifft, so bestand Sir W. Armstrong's erstes, vor mehr als fünf Jahren gemachtes und noch vorhandenes Rohr aus einer inneren Stahlröhre, die mit schmiedeeisernen Reifen bekleidet wurde. Herrn Whitworth's 80-pfündiges Rohr bestehe aus einer Röhre von homogenem Eisen (was vom Stahl mehr dem Namen als der Sache nach verschieden ist), die auf dieselbe Weise mit schmiedeeisernen Reifen bekleidet wird. Der größte Unterschied zwischen den beiden Rohren finde in den Zügen statt; aber was auch die praktischen Gründe für die eine oder andere Methode sein mögen, theoretisch sei es gleichgültig, welche Art von Zügen man anwendet, wenn nur die nöthige Rotation herausgebracht

Digitized by Google

wird, um die Stabilität des Geschosses zu sichern. Sir W. Armstrong räume Herrn Whitworth selbst hinsichtlich der Schußweite Nichts ein. Handelte es sich bei der vorliegenden Frage um die Schußweite, so sollte man sie so auffassen und jede Partei ein Rohr und Geschoß zur Erreichung dieses Zwecks anfertigen. Es handele sich aber wirklich darum, welches System dem Feinde den meisten Schaden zufüge, und auf dieser Grundlage sei Sir W. Armstrong bereit, einen freundschaftlichen Kampf mit Herrn Whitworth einzugehen. Würde entgegnet daß Herr Whitworth wegen der Projektile und Zünder nicht mit ihm streite, so erwiedere er daß Herr Whitworth die Freiheit habe, bei seinem Geschütze Geschosse und Zünder anzuwenden welche er wolle. Dann wollten sie zu Shoeburyneß die Sache in einer ruhigen geschäftsmäßigen Weise ausfechten. Dort hätten sie Scheiben auf weite und kurze Entfernungen, welche den Feind vorstellen, ferner Erdwerke, Mauerwerk, Eisenplatten und Ständerwerk, gegen welche sie operiren könnten. Es werde sich dann zeigen, welches System zur Vertheidigung des Landes am geeignetsten sei; und er vertraue, was immer das Publikum zu glauben bewogen sein möge, daß der Verein der Civil-Ingenieure sein Urtheil zurückhalte bis ein solcher Versuch gemacht sei.

Auf die Fragen, welche von mehreren Mitgliedern durch Vermittelung des Präsidenten vorgelegt wurden, antwortete Sir W. Armstrong, daß das 12-pfündige Rohr 8 Centner wiege und einen Drall von einer Umdrehung auf 38 Kaliber habe. Die gewöhnliche Pulverladung sei $^1/_8$ geschoßschwer oder $1^1/_2$ Pfd. bei dem jetzt angenommenen Geschosse. Die Kammer sei etwas größer gemacht als für diese Ladung nöthig wäre, sie könnte selbst die stärkste Ladung aufnehmen, die mit dem statthaften Rückstoße des Rohrs verträglich wäre. Ein Nachtheil des in der Kammer frei bleibenden Raums sei nicht wahrgenommen. Der Aufsatz für die kurzen Entfernungen sei für Abstände von 50 Yards eingetheilt, und zwar für zwei oder drei Punkte durch wirkliche Ermittelung der Schußweite und dann durch Interpolation. Die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses sei etwa 1100 Fuß in der Secunde.

Das 100-pfündige Rohr wiege ungefähr 70 Centner.

Die äußeren Schichten und Reifen würden nicht mit einem berechneten Spannungsgrade, sondern einfach mit einem hinreichenden Unterschiede der Durchmesser angelegt, um einen kräftigen Zusammenhang zu sichern.

Der Grund für die Annahme, daß die Schußweite in der widerstehenden Atmosphäre größer sei als im leeren Raume, wäre der, daß bei einer niedrigen Elevation die wirkliche Schußweite die parabolische übertraf.

Die Schiffskanonen, deren Fabrikation jetzt im Gange sei, würden nach demselben Prinzipe als das vorgelegte 12-pfündige Rohr angefertigt.

Digitized by Google

Die größte bisher erreichte Schußweite betrage über 9000 Yards mit einem 32-pfündigen Geschosse, welches mit beinahe 6 Pfd. Pulver aus einem Rohre von 4 Zoll Kaliber geschossen wurde. Bei so großen Schußweiten sei der Wind von ganz erheblichem Einflusse. Die Flugzeit jenes Schusses sei nicht bestimmt worden, da der Aufschlag zu entfernt vom Geschütze und nicht sichtbar war. Man müsse jene Weite nicht für das Maximum halten, welches mit Rohren dieser Art erreicht werden könnte.

Die Seele sei nicht durchgehends gleich weit, sondern sie habe eine geringe Verengung vor dem Theile, welchen das Geschoß beim Laden einnimmt. Dies habe den Zweck, den Bleimantel im ersten Augenblicke der Bewegung hinreichend tief in die Züge zu drücken, damit das Geschoß für seine Bewegung durch den übrigen Theil der Seele Freiheit habe.

Es sei nicht bemerkt worden, daß der Bleimantel bei Anwendung sehr starker Pulverladungen vom Geschosse abgestreift wäre.

Mit geübten Leuten könne der 12-Pfünder dreimal in 95 Secunden mit solcher Genauigkeit abgefeuert werden, daß man jedesmal die Scheibe auf 1200 Yards Entfernung trifft. Ohne zu richten würde die Geschwindigkeit des Feuerns natürlich viel größer sein.

Um das Geschoß durch den verengten Theil der Seele zu pressen, werde ein Druck von mehren Tonnen erfordert; wenn es diesen Theil aber hinter sich habe, sei es frei. Es sei ein Irrthum, anzunehmen daß dieser Widerstand einen Verlust an Geschwindigkeit herbeiführe; denn je mehr das Geschoß zurückgehalten werde, um so mehr häufe sich der Druck hinter ihm an. Um von der Ladung das Maximum an Wirkung zu erhalten, müßte das Geschoß bis zur vollendeten Verbrennung des Pulvers festgehalten werden. Man veränderte den Widerstand, indem man die Dicke des Bleimantels vergrößerte und verkleinerte, und es ergab sich daß die Schußweite durch die Vermehrung des Widerstandes eher vergrößert wurde. Ein Unterschied im Rückstoße könne aus dem vergrößerten Widerstande nicht entstehen; der Rückstoß hänge einfach und allein von dem Gewichte und der Geschwindigkeit des Geschosses ab, und könne durch das was letzterem in der Seele des Rohrs begegnet, nicht anders vergrößert werden, als wenn hierbei die Geschwindigkeit des Geschosses vergrößert würde Es sei dies lediglich eine Frage der Wirkung und Gegenwirkung; die Bewegungsgröße welche dem Geschosse ertheilt werde, müsse im Rückstoße ihr genaues Aequivalent haben.

So viel die Erfahrung bis jetzt lehre, scheine für die Seele eine Länge von etwa 25 Kalibern das beste Verhältniß zu sein; unter gewissen Umständen könne diese Länge etwas verringert werden, ohne daß man an Geschwindigkeit viel verlöre. Ob diese Regel für alle Kaliber passe, müsse erst noch erwiesen werden.

Daß die Erhitzung einen nachtheiligen Einfluß habe, sei bislang nicht wahrgenommen. Vor einem Jahre, als der nasse Wischer ge-

Digitized by Google

braucht wurde, geschahen aus einem 18-Pfünder einhundert Schüsse hinter einander; man begann mit einem Schusse in zwei Minuten und steigerte die Geschwindigkeit allmälig bis zu einem Schusse in vierzig Secunden. Bei Beendigung des Versuchs war das Rohr in keiner nachtheiligen Weise erhitzt. Zu einem Unterschiede der Erhitzung dieses und eines gewöhnlichen Rohrs scheine kein Grund vorhanden zu sein. Die kleinere Ladung werde die geringere Masse an Metall ausgleichen.

Neuerdings sei bei einem Versuche zu Shoeburyneß eine 6 Fuß lange, 6 Fuß breite und 4½ Zoll dicke Platte von Schmiedeeisen durch 8 Geschosse aus einer Armstrong-Kanone 6-zölligen Kalibers ganz zertrümmert. Das Gewicht dieses Rohrs betrug 63 Centner, des Geschosses 80 Pfd. und der Pulverladung 10 Pfd. Sechs dieser Geschosse waren von Gußeisen, die anderen beiden von Puddelstahl. Nur zwei derselben durchbohrten wirklich die Platte, aber keins durchschlug die Platte und noch das dahinter befindliche Holz. Bei einer früheren Gelegenheit, als gegen die 4 Zoll dicken schmiedeeisernen Platten einer schwimmenden Batterie geschossen wurde, durchschlugen zwei Geschosse die Platten nebst dem Holze, und eins von diesen zerstörte außerdem einen starken Eisentheil im Innern des Schiffes und warf zwei Stücke der Eisenplatten durch das Deck, so daß sie auf der entgegengesetzten Seite im Holze stecken blieben. Dies geschah auf eine sehr kurze, weniger als 400 Yards betragende Entfernung und mit Geschossen, welche wie die von Herrn Whitworth früher gebrauchten, vorn platt waren. Die Geschwindigkeit der schweren Geschosse der gezogenen Rohre nehme aber so wenig ab, daß die Gewalt des Eindringens auf 50 und 500 Yards nicht sehr verschieden zu sein scheine. Sir W. Armstrong wolle aber einräumen, daß bis zum jetzigen Zeitpunkte keins seiner Rohre die Bedingungen erfülle, welche nöthig wären um dicke schmiedeeiserne Platten vollständig zu durchschlagen. Es sei jedoch nicht zu bezweifeln daß dies mit einem besonderen Rohre erreicht werden könnte. Es handele sich dabei nur um das Kaliber und um ein hartes Material, wie Stahl oder homogenes Eisen, für die Geschosse. Aber die Kosten würden den gewöhnlichen Gebrauch solcher Geschosse wohl verbieten.

Sir W. Armstrong schloß mit der Beschreibung seines Nyctoscop, eines sinnreichen Instruments welches er entworfen hatte, damit das Schießen auf ein bestimmtes Ziel nach Einbruch der Nacht fortgesetzt werden kann. Die Einrichtung dieses Instruments beruhe darauf, daß ein rück- oder seitwärts befindlicher Gegenstand in der Vertikallinie eines Spiegels gesehen wird, wenn das Geschütz auf das Ziel gerichtet ist. Ein bei Nacht an jenem Gegenstande befestigtes Licht werde dann auf derselben Stelle im Spiegel erscheinen, sobald das Rohr die Seitenrichtung auf das Ziel hat. Die Elevation werde mittelst eines Libellen-Quadranten gegeben, welcher einen Theil des Instruments bildet.

Digitized by Google

Herr Capitain Noble von der Königl. Artillerie

bestätigte die Angaben Sir W. Armstrong's. Die berechnete Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses sei 1080 Fuß in der Secunde bei 1/8 geschoßschwerer Pulverladung. Bei einer Pulverladung von 5 3/4 Pfund und 35° Elevation erreichte das 32-pfündige Geschoß des 4-zölligen Kalibers 9175 Yards Schußweite.

Herr Joseph Locke, Parlamentsmitglied

meinte, daß die Versammlung sich eines großen Vortheils begeben werde, wenn sie nicht Herrn Whitworth bitte, über die von ihm ausgeführten Versuche einige weitere Mittheilungen zu machen, um seine Resultate mit denjenigen zu vergleichen, welche Sir W. Armstrong so eben angegeben habe. Herr Whitworth habe über seine Versuche sehr interessant berichtet; es wären aber noch andere von nicht geringerem Interesse vorhanden, welche er nicht mitgetheilt habe, und jetzt möchte eine passende Gelegenheit sein sie zu hören. Viele Unterschiede zwischen den beiden Rohren bedürften der Erklärung. Diese Verschiedenheiten beständen, wie es scheine, hauptsächlich in der Art die Rohre zu verfertigen, in den Zügen, in der Form und Abmessung der Kammer im Vergleich zu der des Rohrs selbst, und auch in der verschiedenen Art des Bodenverschlusses. Alles dies sei von Wichtigkeit, und er als ein Laie in diesen Dingen würde gern die Erklärung derselben von den beiden Herren vernehmen, welche die Systeme erfanden. Die Reibung des mit einem Bleimantel bedeckten Geschosses in den Zügen, die Möglichkeit daß die Züge, wenn nicht verstopft, doch wenigstens schmutzig werden, alles das beschäftige die Aufmerksamkeit. Herr Whitworth habe angegeben, daß in seinem Rohre die beiden gegen einander wirkenden Metallflächen und der Fettvorschlag das Schmutzen verhindern. Das wären sehr interessante Fragen, und er glaube daß dies eine passende Gelegenheit für Herrn Whitworth sei, einige Erklärungen über diese Punkte zu geben.

Herr Whitworth

sagte, er sei bereit auf alle Fragen, welche ihm vorgelegt werden möchten, zu antworten. Da er die Einrichtung seines Geschützrohrs schon erklärt hatte, so hielt er es nicht für passend, sich in die Auseinandersetzungen Sir W. Armstrong's einzumischen, oder die klaren Erwiederungen welche dieser auf die ihm gestellten Fragen gab, zu unterbrechen. Wenn es aber gewünscht werde, so wolle er seine Bemerkungen weiter ausdehnen und auf die Unterschiede zwischen seinem und Sir. W. Armstrong's Geschütze hinweisen. Was die Proben ihrer beiderseitigen Rohre zu Shoeburyneß anbetreffe, so würde er sehr glücklich sein Sir W. Armstrong dort zu begegnen. Er wünsche nur die Anwesenheit einiger Civil-Ingenieure bei diesen Versuchen, die wie er hoffe das

Digitized by Google

Resultat haben würden, daß das Land das beste und wirksamste Geschütz bekomme, was überhaupt geschaffen werden kann.

Herr Oberst Eardley Wilmot

sagte, man werde ihm als einem Artillerie-Officier wohl erlauben, seine Anerkennung für die deutlichen Erklärungen auszudrücken, welche Sir W. Armstrong von den neuen Kammerladungsrohren gegeben habe. Gewiß müßten seine Kameraden über diese Mittheilungen sehr erfreut sein. In einem Punkte besonders habe Sir W. Armstrong einen guten Dienst geleistet, in der bestimmten Erklärung nämlich, daß wenn nur die Geschosse eine gute Gestalt haben, die besondere Form der Züge für die Genauigkeit des Schusses unwesentlich sei. Es scheine nun daß die wichtigsten Punkte, welche man jetzt im Auge haben müsse, die Einfachheit der Fabrikation und die Wohlfeilheit wären, weil der Tag kommen würde, wo die Kosten ein wichtigeres Element bilden werden als sie jetzt zu thun scheinen.

Als Sir W. Armstrong hierauf bemerkte, daß die Kosten des hier vorgezeigten und in jeder Beziehung vollständigen 12-pfündigen Rohrs geringer wären als die des alten 9-pfündigen Bronze-Rohrs, erwiederte der Oberst Wilmot, man müsse bedenken daß die Arbeitskosten bei einem 9-pfündigen oder 12-pfündigen Bronze-Rohre fast nur dem Namen nach beständen, wogegen diese Rohre nachdem sie unbrauchbar oder veraltet wären, als altes Metall fast noch so werthvoll blieben als sie vorher waren. Hierauf äußerte Sir W. Armstrong sein Vertrauen, daß seine Rohre beinah unvergänglich sein würden.

Herr Oberst Tulloh von der Königl. Artillerie

lenkte die Aufmerksamkeit auf den wichtigen Vortheil der Armstrong-Rohre, daß sie an der Mündung von so kleinem Durchmesser sind und dadurch die Verkleinerung der Stückpforten der Schiffe wahrscheinlich auf die Hälfte der jetzigen Größe gestatten.

Herr Whitworth

zeigte, dem Wunsche des Präsidenten und vieler Mitglieder entsprechend, eins seiner 12-pfündigen Kammerladungsrohre und Exemplare der verschiedenen Voll- und Hohlgeschosse vor, welche er bei seinen gezogenen Geschützen verschiedenen Kalibers gebrauchte. Er äußerte in Bezug auf sein Geschoßsystem, man habe gesagt daß er die großen Schußweiten durch die außerordentlich kleinen Durchmesser der Geschosse erreiche. Um zu zeigen daß dies unrichtig sei, legte er eins der von ihm verschossenen 12-pfündigen Geschosse vor, dessen kleinster Durchmesser von Fläche zu Fläche gemessen $^1/_{10}$ Zoll weniger, und dessen größter Durchmesser von Kante zu Kante gemessen $^2/_{10}$ Zoll mehr als 3 Zoll betrage. Letzteres sei größer als der Durchmesser des Armstrong-Geschosses, der nur 3 Zoll betrage. Es sei also nicht richtig daß er um an Schuß-

Digitized by Google

weite zu gewinnen, die Geräumigkeit des Geschosses opfere, und daß sein Geschütz mehr für Voll- als Hohlgeschosse geeignet sei; seine 12-Pfünder Bombe sei im Gegentheil 12 Zoll lang, ihr Durchmesser wie eben angegeben $3^2/_{10}$ Zoll, offenbar trage also, wenn man das Voll- und Hohlgeschoß mit einander vergleiche, die vergrößerte Länge des letzteren zu dessen Geräumigkeit und Wirksamkeit bei. Die Hohlgeschosse könnten inwendig aus segmentförmigen Stücken zusammengesetzt, oder als Shrapnels eingerichtet werden. Er würde aber die einfache hohle Bombe, wie die hier vorgezeigte, vorziehen; sie müßte nothwendigerweise längs der Mitte der Flächen, wo die kleineren Durchmesser und die schwächsten Stellen sind, zerspringen und deshalb, je nach den inwendig angebrachten Rillen, die verlangte Anzahl Sprengstücke geben, deren Größe so gewählt werden könnte, daß sie sehr wirksame Projektile abgeben. Die Zahl der Sprengstücke welche eine Bombe liefert, sei kein richtiges Maß ihrer Wirkung, da sehr viele dieser Stücke zu klein ausfallen könnten, um wirksam zu sein. Was die Entzündung dieser Bomben anbetreffe, so könnte das Perkussions-System mit einem beweglichen Stößer angewandt werden, von der Art wie es in der Aufzeichnung des Herrn Tucker 1829 beschrieben, danach von Herrn Lancaster angenommen und nachher mit Verbesserungen für Sir W. Armstrong patentirt worden sei. Herr Whitworth könne aber auch den einfacheren und sichereren Zeitzünder gebrauchen, welcher vorn in das Geschoß eingesetzt und von der Kammer der Pulverladung entzündet werde, indem er durch Wegnahme eines Theils von der Außenwand der Bombe an zwei entgegengesetzten Kanten der Flamme einen Durchgang nach dem Zünder verschaffe. Diese Bomben wären also sehr einfach und nicht viel theurer als die Vollgeschosse.

Herr Whitworth bat, bevor er zu weiteren Bemerkungen schreite, welche von dem Verlangen des Präsidenten, daß er eins seiner großen Rohre vorzeigen möge, hervorgerufen werden, daß man etwaige Wiederholungen von Angaben die er schon früher gemacht habe, entschuldige.

Er erklärte dann, daß er um Holz und elastische Materialien zu durchschlagen, ein röhrenförmiges Geschoß gebraucht habe, welches aus einem massiven Eichenblocke, durch den es geschossen wurde, einen fast 2 Fuß langen und $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser haltenden Cylinder herausgeschnitten habe. Die Röhre sei auch die beste Form, um Mauerwerk zu durchdringen. Das vorn platte Geschoß, welches er vorzeigte, sei wie diejenigen beschaffen welche zu Portsmouth, aus einer Bronze-Haubitze die er 1856 gezogen habe, durch 30 Fuß Wasser und 8 Zoll Eichenholz geschossen wurden. Dieselbe Form gebe er den Geschossen von schmiedbarem oder homogenem Eisen, um dicke Eisenplatten zu durchbohren. Er könne erwähnen daß er sich die vorn platten Geschosse, von denen er die erste Anwendung gemacht habe, patentiren ließ, dieselben aber mit anderen Verbesserungen der Regierung zur Verfügung stellte. Sir W. Armstrong habe der Versammlung mitgetheilt, daß er zu demselben Zwecke jetzt diese Form der Geschosse angenommen habe. Eine

Digitized by Google

andere Geschoßform sei die kugelförmige sechskantig geschnittene. Man halte die kugelförmigen Geschosse für die besten zum Rikoschettiren; die Versuche des Herrn Whitworth zeigten aber, daß die verbesserte längliche Form des Geschosses die er jetzt gebrauche, in dieser Hinsicht überlegen sei. Diese verschiedenen Projektile, sowohl Voll- als Hohlgeschosse, könnten je nach den Umständen alle, obgleich sie verschieden lang sind, aus demselben Geschütze geschossen werden, da dieses keine Kammer habe.

Herr Whitworth beschrieb dann einige Projektile, welche nur der Versuche wegen angefertigt waren. Das erste war eine 10 Kaliber lange Bombe, welche aus einer 24-pfündigen Haubitze, die er 1856 gezogen hatte, geschossen wurde. Diese Bombe und das kugelförmige, nur ein Kaliber lange Geschoß bildeten hinsichtlich der Länge zwei Extreme, zwischen denen die zweckmäßigste Länge der Geschosse enthalten sei. Er habe durch wirkliche Versuche die Länge bestimmt, welche das größte Moment gebe, und diese Länge habe er angenommen, nicht weil sie die größte Schußweite, sondern weil sie im Allgemeinen die beste Wirkung gab.

Die metallene Patronenbüchse, welche er vorzeigte, sei aus verzinntem Eisenbleche verfertigt und so gestaltet, daß sie genau in die Seele paßt. Wenn sie in das Rohr eingesetzt sei, bilde sie eine innere Bekleidung innerhalb welcher die Ladung abgefeuert wird. Das Pulver wirke also statt auf die Wände des Rohrs, auf die inneren Seiten der Büchse. Dies schone das Rohr; außerdem werde mit der Büchse, die nach dem Abfeuern weggenommen wird, der schmutzende Rückstand entfernt. Hinten in der Büchse sei ein kleines Loch, durch welches das Feuer der Friktions-Schlagröhre zu dem Pulver gelangt. Die Büchse werde mit Pulver bis etwa einen halben Zoll vom offenen Ende gefüllt und dann mit einer Vorlage von Fett geschlossen, welches beim Abfeuern über das Innere des Rohrs verbreitet wird. Hierdurch werde das Auswischen, welches immer eine große Unbequemlichkeit bei der Bedienung des Geschützes sei, vermieden. Er glaube dies Verfahren, durch den Gebrauch einer Fettvorlage die Nothwendigkeit des Auswischens zu umgehen, sei früher als er es benutzte, nicht angewendet worden.

Herr Whitworth zeigte dann die Art das Geschütz zu laden. Man schraube die Bodenkappe ab, setze erst das Geschoß, dann die Patronenbüchse ein und schraube darauf die Bodenkappe durch wenige Umdrehungen eines Handgriffs wieder auf das Rohr. Nach dem Schusse werde die Patronenbüchse mittelst eines kleinen sinnreichen Instruments entfernt. Außer der Bequemlichkeit und Reinlichkeit dieses Verfahrens behüte dasselbe, wie schon gesagt wurde, das Rohr vor der Einwirkung des Pulvers. Diejenigen welche beim Laden zugegen waren, könnten sich über die Leichtigkeit, wie das einfache Geschoß von hartem Metalle durch die gehörig gefettete sechsseitige Seele gleite, selbst eine Meinung bilden und hiermit die Umstände vergleichen, unter welchen ein mit Blei

Digitized by Google

bekleidetes Geschoß durch die mit Einschnitten versehene Seele getrieben wird, indem es sich seinen Weg durch die vier und dreißig Züge schneidet. Es sei behauptet, daß zwischen dem sechsseitigen Whitworth- und dem mit Einschnitten versehenen Armstrong-Rohre kein großer Unterschied sei. Dieser Behauptung könne Herr Whitworth nicht beistimmen. Er wolle, um die Anwesenden in den Stand zu setzen selbst zu urtheilen, auf einige Verschiedenheiten zwischen beiden Systemen hinweisen. Was das Material anbetreffe, so werde das sechsseitige Rohr aus einem einzigen Stücke homogenen Eisens verfertigt, welches unter dem gewöhnlichen Schwanzhammer geschmiedet werde; dies Material verbinde die Zähigkeit des Kupfers mit der Härte des Stahls. Das Armstrong-Rohr sei ein zusammengesetztes, aus mehren auf einander geschweißten Eisenstangen bestehendes Schmiedestück, dessen Verfertigung besondere Oefen von sehr großer Länge und besondere Maschinen zum Schmieden erfordere; dies Eisen sei faserig und vergleichsweise weich, man könne von ihm nicht so lange Dauer als von dem zäheren und härteren homogenen Eisen erwarten. Ueber die bewundernswerthe Arbeit der Armstrong-Rohre, welche in Woolwich verfertigt wurden, könne nur eine Meinung sein; Herr Anderson verdiene die größte Ehre für die Geschicklichkeit, mit der er in so kurzer Zeit ein Etablissement einrichtete, welches solche Arbeiten auszuführen vermag. An Gewicht wären die Rohre gleich. An Kaliber habe das sechsseitige Rohr im großen Durchmesser $3^{2}/_{10}$, das mit Einschnitten versehene Rohr $3^{1}/_{10}$ Zoll. Der Drall betrage bei ersterem eine Umdrehung auf 60, bei letzterem eine Umdrehung auf 114 Zoll; folglich werde dem Whitworth-Projektile eine zweimal so starke Rotation ertheilt, was den Resultaten wiederholter Versuche zufolge sehr zweckmäßig sei. Die Seele bilde beim Whitworth-Rohre eine sechsseitige Spirale, beim Armstrong-Rohre eine Spirale von vier und dreißig Einschnitten. Bei ersterem sei sie ihrer ganzen Länge nach gleichförmig und ohne Kammer; bei letzterem sei sie nicht gleichförmig, sondern habe einen verengten Theil nahe an der Kammer, und da diese selbst eine bestimmte Länge hat, so sei die Länge von Geschoß und Pulverladung begrenzt. Bei der Whitworth-Kanone werde der Boden mit einer Kappe verschlossen, die in einem Scharnier-Ringe hängt und mit einer äußeren Schraube auf das Ende des Rohrs paßt; bei dem Armstrong-Rohre nehme eine Aushöhlung ein bewegliches Bodenstück auf und hinter diesem befinde sich noch eine beträchtliche Länge des Rohrs zur Aufnahme einer inwendigen Schraube.

Was die Projektile anbetreffe, so schieße das Whitworth-Rohr sowohl Vollgeschosse als Bomben von verschiedener, dem besonderen Zwecke angepaßter Länge und Form; die Bomben haben eine große Geräumigkeit und können entweder wie die gewöhnlichen Bomben durch einfache Zeitzünder, oder durch das Perkussions-System zum Krepiren gebracht werden. Aus dem Kammer-Rohre Sir W. Armstrong's können Voll- oder Hohlgeschosse von nur einer bestimmten Länge ge-

Digitized by Google

schossen werden; und da das Blei fest in die Züge getrieben wird, also kein Spielraum vorhanden ist, so könne die Flamme nicht zur Spitze vordringen und es werde hier also das Perkussions-System eine Nothwendigkeit. Es sei ein Irrthum, anzunehmen daß ein irgend erheblicher Verlust eintrete, wenn man etwas Spielraum zuläßt. Herr Whitworth habe aus demselben Geschütze eines seiner eisernen Geschosse, welchem er aber absichtlich etwas Spielraum gegeben hatte, und ein bleiernes Geschoß von derselben Gestalt und Größe verfeuert. Die Explosion mußte letzteres nothwendigerweise bis an die Seelenwände ausdehnen, so daß dies Geschoß ganz ohne Spielraum verschossen wurde. Aber trotzdem, und obgleich sein specifisches Gewicht größer war als das des eisernen Geschosses, war seine Schußweite nicht angenähert so groß als die des eisernen. In dem sechsseitigen Rohre stelle sich kein anderer Widerstand der ersten Bewegung des Geschosses entgegen als das Beharrungsvermögen des letzteren, und das einzige weiterhin eintretende Hinderniß, die Windung, verschaffe dem Geschosse eine größere Kraft. In dem mit Einschnitten versehenen Rohre werde ein Druck von mehren Tonnen nöthig, um das Geschoß in Bewegung zu setzen; und das sollte — wie behauptet wurde — keinen Verlust an Schußweite zur Folge haben, da es im Gegentheil für vortheilhaft gelte, das Geschoß festzuhalten, um den Pulvergasen mehr Zeit für ihre Wirkung zu verschaffen. Wäre das der Fall, so möchte es doch vorzuziehen sein, das Geschoß dadurch aufzuhalten daß man ihm eine stärkere Rotation, also eine größere Kraft ertheilt, als daß man einen Druck von mehren Tonnen aufwendet, damit das Geschoß gewaltsam in das Rohr gedrückt wird. Dies führe darauf, einen anderen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Systemen zu betrachten: das sechsseitige Geschoß werde auf Maschinen in der Werkstätte genau passend gemacht, das mit Blei bekleidete Geschoß werde im Rohre selbst durch die Explosion passend gemacht; es sei nicht nöthig, auf die Oekonomie und die Vortheile welche das erstere Verfahren gewährt, hinzuweisen. Die metallene Patronenbüchse des sechsseitigen Rohrs habe sowohl für die Bedienung, wie für den Transport und die Aufbewahrung viele Vorzüge vor dem alten Flanellbeutel, der bei dem Armstrong-Rohre noch beibehalten sei.

Auf die praktischen Resultate wollte Herr Whitworth den Vergleich nicht ausdehnen. Er müsse aber über die Schußweiten etwas sagen, was zu seinem Erstaunen nicht gehörig gewürdigt sei. Ohne auf die Schußweite an sich einen zu großen Werth zu legen, werde man zugeben daß sie für das was das Geschütz leisten kann, ein sehr gutes Maß ist. Wenn bei einer Elevation von 7 Grad die Schußweite des mit Einschnitten versehenen Rohrs 2495 Yards und die des sechsseitigen Rohrs 3107 Yards beträgt, so sei bei letzterem die Flugbahn flacher und ein Fehler im Distanzschätzen von geringerem Einfluß, weil das Geschoß auf eine längere Strecke dem Erdboden nahe ist. Dies werde vielleicht deutlicher, wenn man die Schußweite des 12-

Digitized by Google

pfündigen Armstrong-Rohrs bei 9°, die nach zuverlässigen Angaben 3000 Yards beträgt, mit der des sechsseitigen 12-Pfünders bei 7°, die 3100 Yards ist, vergleicht; denn nehme man die Schußweiten bei diesen verschiedenen Elevationen als ungefähr gleich an, so leuchte der Vortheil ein den das sechsseitige Rohr bei 7° vor dem andern Rohre hat, welches für dieselbe Schußweite auf 9° elevirt werden muß. Das Rohr welches die größere Schußweite und flachere Flugbahn giebt, sei besser im Stande ein entferntes Ziel zu treffen, als ein anderes Geschütz, dessen Schußweite bei derselben Elevation um ein Fünftel kleiner ist.

Bei der Konstruktion seiner Geschützrohre habe Herr Whitworth nur dasselbe Prinzip angewendet, welches bei seinen Gewehren als gut erkannt war. Die letzten Versuche zu Southport an der Lancashire-Küste fielen, obgleich viele derselben ohne jeglichen Vorversuch gemacht wurden, so aus als er es erwarten durfte, da er wußte wie sicher und einfach die Regeln waren, auf welche er sein Vertrauen gesetzt hatte. In der Geschützkunst sei so gut wie bei anderen Dingen, besonders solchen welche auf mechanischen Grundsätzen beruhen, die Vereinfachung auch eine Verbesserung. Der Gesichtspunkt, den er bei der Ausführung des hier auseinander gesetzten Systems verfolgte, war dessen Grundzüge auf ihre einfachsten Elemente zurückzuführen.

Auf eine Frage des Präsidenten erwiederte Herr Whitworth, daß die Pulverladung bei seinem 12-Pfünder $1\frac{3}{4}$ Pfd. betrage.

Sir William Armstrong

sagte, der Vergleich welcher so eben zwischen den Schußweiten angestellt sei, beziehe sich auf die Pulverladungen von $1\frac{3}{4}$ Pfd. bei dem Whitworth-Rohre und von $1\frac{1}{2}$ Pfd. bei dem Armstrong-Rohre. Einer gewöhnlichen Observanz folgend, sollte der Vergleich der Resultate so lange ausgesetzt werden, bis Versuche zur selbigen Zeit, unter denselben Umständen und zu demselben Zwecke ausgeführt worden sind.

Herr W. B. Adams

sagte, der Vorschlag des Herrn Longridge, ein Rohr zu machen welches nicht zersprengt werden könnte, sei gewiß die richtige Grundlage, auf welcher man für die Verbesserung der Geschützrohre arbeiten müßte. Es sei klar daß alle Behälter, in welchen eine Kraft erzeugt werden soll, stark genug sein müssen um diese Gewalt, während sie zur Anwendung kommt, zu ertragen. Zur Fabrikation der stärksten Rohre sei das stärkste der brauchbaren Materialien nöthig, und der gezogene Draht sei unter den bisjetzt bekannten das stärkste. Es sei Hrn. Longridge gelungen, aus einem Draht ohne Ende das leichteste Rohr zu machen was je verfertigt worden ist, und welches in der Querrichtung eine große Festigkeit besitzt; und die Aufgabe, die Festigkeit auch in der Längenrichtung durch einen Draht ohne Ende hervorzubringen, wäre nöthigen-

Digitized by Google

falls nicht schwer zu erfüllen. Auch brauche man nicht zu fürchten daß der Draht sich löse; denn er könnte aus gehärtetem Stahl, welcher der Spannung eine konstante Reaktion entgegensetzt, gemacht werden, und außerdem könnte man durch Weichlöthen desselben das Abwickeln verhindern. Für den Transport sei die Leichtigkeit offenbar eine sehr wichtige Eigenschaft; aber für das Feldgeschütz sei ein Gewicht nöthig, welches dem Rohre genug Beharrung giebt, damit die ganze Kraft des Pulvers auf die Bewegung des Geschosses verwandt werden kann. Und dies Gewicht werde am besten über das ganze Rohr vertheilt und nicht blos am Boden angebracht, weil sonst die Erschütterung des leichten Mundstücks die Genauigkeit der Richtung stören würde. Aus diesem Grunde gebe man den englischen Pistolen und amerikanischen Büchsen gewöhnlich schwere und fast parallele Läufe. Was die Frage anbetreffe, ob man die Rohre zusammensetzen oder massiv schmieden soll, so verdiene bei dem jetzigen Stande der Schmiedekunst das erstere Verfahren den Vorzug. Indeß sei es wahrscheinlich daß die Fabrikanten, indem sie mittelst Strahlen intensiver Gasflammen statt mittelst der Ofenhitze schweißen, dahin gelangen, beliebige Eisenmassen vollkommen und ohne Oxydation der inneren Flächen mit einander zu verbinden, oder — was auf dasselbe hinauskomme — daß das hämmerbare Eisen zu jeder Größe nach Bessemer's Verfahren gegossen und danach gehämmert wird. Wolle man aber ein großes, leicht zu transportirendes Geschützrohr haben, so handele es sich darum, ob dasselbe bei der verlangten Leichtigkeit stärker von Draht oder aus vollem Metalle gemacht werden kann; dies sei eine wichtige Frage wegen der ungewöhnlich großen und schweren Geschosse, die hinfort für Belagerungszwecke nöthig werden.

Ein Umstand sei bei der neueren Anwendung der Geschützrohre von ihrem früheren Gebrauche sehr verschieden. Das Pulver sei in so hohem Grade explosiv, daß es plötzlich wie ein heftiger Stoß wirkt, statt eine allmälige Kraft wie der Dampf in einem Cylinder zu äußern. So lange nun die nicht dicht schließenden Kugeln gebraucht wurden, milderte der Spielraum die Spannung im Rohre; die jetzigen Langgeschosse, deren Blei die Züge ausfüllt, haben aber keinen Spielraum und steigern die Spannung auf ihr Maximum. Das frühere Pulver verbrannte langsam und wirkte allmälig; aus diesem Grunde gab man den Rohren eine große Länge, damit die ganze Kraft auf das Geschoß ausgeübt wurde, ehe es das Rohr verließ. Der Vortheil den man zu erreichen behauptet, wenn man den gezogenen Läufen einen zunehmenden Drall gäbe, liefere einen schlagenden Beweis daß der plötzliche Stoß für schädlich gehalten wird. Es sei also der Mühe werth zu überlegen, wie man das Pulver verwende, damit es einen zunehmenden Druck und nicht einen plötzlichen Stoß ausübe; vielleicht so, daß man es vorn nahe am Geschosse entzündet, wie bei dem preußischen Zündnadelgewehr, statt hinten wie bei allen Kanonen.

Die nächste Frage sei die, wie man auf die beste Art den Spiel-

Digitized by Google

raum verschließt. Die erprobten Methoden wären jetzt, die Geschosse mit Blei gewaltsam in die Züge zu pressen, oder sie auf Maschinen genau in die Seele passend zu machen. In einem Dampfcylinder, welcher in seiner Verwendung einem Geschützrohre ähnlich sei, indem darin statt elastischer Gase elastische Dämpfe benutzt werden, gebrauche man einen starren Verschluß nicht. Der Kolben eines Dampfcylinders habe eine elastische Liderung, welche wenig Reibung giebt und das Entweichen des Dampfes doch verhindert. Eine wichtige Bedingung bei der Anfertigung eines Langgeschosses sei, daß seine Längenachse im Rohre zur Seelenachse parallel bleibe, und dies sei bei der Anwendung des Bleis keineswegs gewiß, da letzteres bei der plötzlichen Fortbewegung auf der einen Seite mehr als auf der anderen nachgeben kann. Ein festes eisernes Geschoß sei diesem Uebelstande nicht ausgesetzt; aber es bleibe nicht genau passend, der Spielraum werde größer, sobald das Rohr heiß wird.

Hinsichtlich der Züge in der Seele des Rohrs, die anscheinend allgemein als eine unvermeidliche Nothwendigkeit angesehen werden, sei es doch zweifelhaft, ob man nicht durch fernere Versuche ganz und gar von ihnen zurückkommen werde. In Wahrheit sei das Ziehen der Rohre nur ein Kunstgriff, um durch eine große Vergeudung an forttreibender Kraft die Mängel schlechter Projektile auszugleichen. Ein kugelförmiges Geschoß bleibe, wenn sein Schwerpunkt nicht genau in seinem Mittelpunkte liegt, nicht in der beabsichtigten Richtung, und da es nur vom Zufall abhängt, wie das Geschoß im Rohre zu liegen kommt, so sei es ungewiß wohin es fliegen werde. Die drehende Bewegung welche ihm die Züge ertheilen, verbessere dies einigermaßen; läge aber der Schwerpunkt im Mittelpunkte des Geschosses, so sei anscheinend kein Grund vorhanden, weshalb letzteres nicht die genaue Richtung inne halten sollte, die ihm in einem richtigen Rohre gegeben ist. Bei den Langgeschossen, wie man sie gewöhnlich macht, könne der Schwerpunkt nicht nur außerhalb der Längenachse liegen, sondern er befinde sich, wenn das Geschoß parallele Seitenkanten und eine konische Spitze hat, fast immer in der hinteren Längenhälfte des Geschosses. Dieses würde also, sobald es das Rohr verlassen, versuchen überzuschlagen, und um das zu verhindern wende man eine beträchtliche Kraft auf, um mittelst der Züge eine Rotation hervorzubringen. Liege dagegen der Schwerpunkt weit vor der Mitte der Länge, so sei eine Neigung überzuschlagen nicht vorhanden; liege er außerdem in der Seele des Rohrs und sei diese lang genug die Flugrichtung zu bestimmen, so möchte es an einem Grunde fehlen, weshalb das Geschoß die beabsichtigte Richtung verlassen sollte.

Etwas Aehnliches sehe man in der Gestalt des bei den Bogen gebrauchten Pfeils. Seine Länge sei mehr als zwei und siebenzig mal so groß als sein Durchmesser, sein Schwerpunkt liege auf zwei Drittel seiner Länge nach vorn und die Spitze von Stahl gebe ihm ein etwas größeres Gewicht. Die Längenachse sei ganz gerade und gehe überall

Digitized by Google

durch die Mitte der Durchmesser; zwei, zuweilen drei Federn am hinteren Ende verhindern jede Neigung, aus der Richtung abzuweichen. Die Muskelkraft mit welcher er fortgeschnellt wird, betrage fünfzig bis sechzig Pfund. Es werde angegeben, daß die Pfeile eine Schußweite von sechs hundert Yards erreichen und daß man mit ihnen zwölf mal in der Minute schießen könne. Es hänge aber Alles von der Genauigkeit ihrer Konstruktion ab; wäre der Pfeil krumm oder wären die Federn schlecht angebracht, so sei die Genauigkeit des Flugs und die Schußweite geringer. Aus mehren einleuchtenden Gründen könne ein Pfeil nicht aus einem Feuerrohre geschossen werden. Die Aufgabe sei also, einen metallenen Pfeil zu machen, der sein Gewicht hauptsächlich in der Spitze trägt, dessen Längenachse der Seelenachse des Rohrs folgt, der zur Vermeidung des Spielraums die Bohrung elastisch und hinreichend dicht schließt ohne daß eine unnöthige Reibung entsteht, und bei dem die forttreibende Kraft nahe an der Spitze angreift, so daß sie das Geschoß längs der Bohrung fortzieht, statt es hinten fort zu stoßen. Wäre das erreicht — und das scheine keine sehr schwere Aufgabe zu sein — so müsse die Rohrlänge so proportionirt werden, daß die ganze Kraft zur Forttreibung des Geschosses ausgenutzt wird. Je länger das Rohr sei, je genauer werde die Richtung des Schusses. Die Vortheile, Züge im Rohre nicht zu bedürfen, wären daß man letzteres viel leichter verfertigen, leichter in Ordnung halten und bei einem gegebenen Metallgewichte viel stärker machen könnte. Das Geschoß müßte aber auch von schicklicher Gestalt für die Verpackung und den Transport, außerdem wohlfeil und seine Anfertigung leicht sein.

Es sei nicht nöthig, auf die Konstruktion der Armstrong- und Whitworth-Rohre besonders einzugehen. Beide beständen — wenn das Kaliber drei Zoll überschreitet — aus Verstärkungsringen von Schmiedeeisen, die auf einer inneren Röhre aufgetrieben sind. Beide wären aus Theilen zusammengesetzte, gezogene Kammerladungsrohre für Langgeschosse, bei beiden werde eine Fettvorlage vor der Pulverladung angewandt, bei beiden befinde sich das Zündloch in einem beweglichen Theile, der ersetzt werden kann wenn er abgenutzt ist.

Was nun die gegenseitigen Vorzüge der beiden Systeme anbetreffe, so könnte das Whitworth-Rohr mit demselben Geschosse sowohl von vorn als von hinten geladen werden, während das Armstrong-Rohr nur von hinten geladen werden kann. Dies sei aber nicht von Belang, weil man von vorn nur laden würde, falls am Boden etwas nicht in Ordnung wäre, was aber wahrscheinlich das Geschütz unbrauchbar machen würde. Auch wäre das Armstrong-Geschoß sehr leicht so zuzurichten, daß es von vorn geladen werden könnte, indem man es durch einen eisernen Ring triebe und so den Bleimantel abstreifte. Die Züge müssen eine gewisse Oberfläche haben, damit das Blei ihrer Windung wirklich folgt; sie müssen wenn ihrer wenige sind tief sein, während man bei Anwendung vieler Züge mit einer geringen Tiefe ausreiche und die Gefahr des Zerspringens für das Rohr vermindere. In dem Whit-

Digitized by Google

worth-Rohre werde die Explosion des Pulvers bestrebt sein, den Durchschnitt der Seele in die Kreisform zu ziehen; der Theorie nach sollte die Außenseite des Rohrs in der Zahl der Flächen mit der Seele übereinstimmen. Das aus dem harten Materiale bestehende Whitworth-Projektil gewähre den Vortheil, daß es ohne erheblich beschädigt zu werden, wie die gewöhnlichen Geschosse behandelt werden kann, wenn man es nur nicht dem Rost aussetzt, gegen den man es jedoch durch Galvanisiren schützen könnte. Das Armstrong-Geschoß müsse sorgfältig behandelt und jedes in ein besonderes Fach verpackt werden, um das Blei vor Beschädigungen zu schützen. Das an beiden Enden spitz zulaufende Langgeschoß des Whitworth-Rohrs entspreche weit besser den Gesetzen über die Bewegung durch eine Flüssigkeit, als ein Geschoß mit parallelen Seitenkanten und einer konischen Spitze. Die Angabe Sir W. Armstrong's, daß das Geschoß in der Flugbahn immer parallel zur Seelenachse des Geschützes bleibe und daß das hintere Ende herunterhänge, beweise einfach daß das Geschoß nicht im Gleichgewichte sei und daß das schwere Ende in dem durch die Rotation gehinderten Streben vorauzueilen, sich abwärts neige. Ein im Gleichgewichte befindlicher Pfeil fliege immer in der Flugbahnrichtung.

Herr Whitworth habe bei seinen Mittheilungen gesagt, daß er zuerst von dem vor das Pulver gelegten Talg Gebrauch gemacht habe. Sir W. Armstrong wandte den Talg in Hanf eingewickelt an, nachdem er das Auswaschen des Rohrs als nachtheilig erkannt hatte.

Es könne nicht geleugnet werden, daß beide Herren durch eine Reihe lange fortgesetzter theuerer und sorgfältiger Versuche eine Größe der Präcision und der Schußweite erlangten, die bei Kanonen vorher nicht bekannt war. Aber das ganze Prinzip bestehe in der Anwendung der Langgeschosse und des Fettens und in der Vermeidung des Spielraums, wovon man bei allen guten und gut benutzten Büchsen Gebrauch mache. Jene Herren hätten große Büchsen verfertigt, die in ihrer ganzen Einrichtung so vollkommen wären als die besten physikalischen Instrumente.

Es könne nicht bezweifelt werden, daß bei übrigens gleichen Umständen die größere Schußweite ein wesentlicher Vortheil sei; aber für das Gefecht im Felde, auf Schiffen oder in Festungswerken sei die Einfachheit der Kampfmittel sehr wichtig. Kammerladungsrohre wären in mehrfacher Hinsicht sehr zweckmäßig, und Herr Whitworth und Sir W. Armstrong hätten dadurch daß sie die Möglichkeit solcher Rohre erwiesen, einen guten Dienst geleistet. Ein entscheidender Grund weshalb die Kammerladungsrohre nicht vereinfacht werden können, scheine aber nicht vorhanden zu sein. Würde das Metall um die Pulverkammer hinreichend verstärkt, so könnte hinter dem Pulver eine etwas konische Oeffnung quer gegen die Seele und breiter als diese durch das Rohr gebohrt und durch einen Riegel verschlossen werden, der um ihn anzudrücken und zu lösen, mit einer Nuth und einem Keile zu versehen wäre. Hierdurch würde man ein vollkommen brauchbares Kammerladungsrohr

Digitized by Google

der einfachsten Art erhalten, ohne daß man irgend eine Schraube nöthig hätte. Genau gearbeitete Schrauben, die beständig gebraucht werden und dem umherfliegenden Sande ausgesetzt sind, würden leicht unbrauchbar. Das Zündloch könnte durch den Riegel geführt werden; es würde aber besser sein, dasselbe im Rohre nahe vor dem Pulver anzubringen, so daß dieses nach rückwärts verbrennt. Viel Nachdruck sei auf die Wichtigkeit gelegt worden, das Entweichen von Gas aus dem Bodenverschlusse zu verhindern. Sir W. Armstrong habe zu diesem Zwecke einen Kupferkonus angebracht und Herr Whitworth mache die Schraubenkappe äußerst genau schließend. Aber die Sperrung des Gases oder des Spielraums könne hinter dem Pulver nicht schwieriger sein als vor demselben. Lege man einen Vorschlag von Blei oder Papiermâché hinter das Pulver, so werde er ganz dieselbe Wirkung als hinter dem Geschosse haben.

Noch wären keine vergleichenden Versuche zwischen den Langgeschossen einer dieser neuen gezogenen Kanonen mit allen ihren Anwendungen, und der bestmöglichen Einrichtung eines glatten Rohrs mit angemessenen Geschossen hinsichtlich der Weite, Kraft und Genauigkeit des Schusses und hinsichtlich der Kosten gemacht. Mit den gezogenen Kanonen sollen die $4^1/_2$ Zoll dicken Eisenpanzer eines Schiffes durchbohrt worden sein. Es sei kaum zu bezweifeln daß mit einem glatten Rohre, welches dem Projektile dieselbe Kraft ertheilte, sich besser eine Oeffnung schießen lasse, weil die drehende Bewegung fehle. Wollte man bei einer gewöhnlichen Lochmaschine ein rotirendes Locheisen anwenden, so würde es sehr wahrscheinlich zerbrechen.

Das Seegefecht bestehe entweder aus einem Schießen auf weite Entfernungen oder aus einem Kampfe in nächster Nähe. Für den letzteren Zweck würden Kammerladungsrohre von großem Gewichte, die vorn in einen großen, in der Schiffswand befestigten Kugelzapfen enden und die man mittelst eines hinten befindlichen Rades richten könnte, sehr zweckmäßig sein. Bei ihnen würde keine Oeffnung außer von der vorderen Dicke des Rohrs nöthig sein und der Rauch nicht in das Schiff kommen; das Rohr könnte mit Hülfe von Wasserschläuchen nöthigenfalls rasch abgekühlt werden. Da auf die Verhinderung des Rücklaufs Bedacht genommen wäre, so vermöchten zwei Mann das Geschütz zu bedienen, ohne den feindlichen Schüssen ausgesetzt zu sein. Für das Schießen auf weite Entfernungen würden schwere Geschütze ohne Rücklauf, die man wahrscheinlich mit einem mittleren Kugelzapfen statt der Schildzapfen versehen und vertikal wie horizontal drehbar machen würde, das beste sein. Wäre dies bei einem Rohre gewöhnlichen Kalibers gelungen, so sollte man den Gedanken des Herrn Mallet, feste Plätze mit Bomben zu bewerfen, die so groß wären daß man sie tragbare Minen nennen könnte, weiter verfolgen. Jedoch müßten cylinder- statt kugelförmige Geschosse gebraucht werden, um das beste Resultat zu erreichen.

Man habe den Whitworth- und Armstrong-Rohren ihre großen

Digitized by Google

Kosten vorgeworfen. Führten letztere zu einer großen und unbezweifelten Ueberlegenheit, so müsse die englische Nation sich über dieselben freuen. Könnte aber ein gleicher oder größerer Erfolg durch einfachere Mittel erreicht werden, so würde es ein beklagenswerther Schaden für die englische Nation sein, theuere Geschütze zu haben, während ihre Gegner billigere machten. Indessen sei in der Artillerie erst die Schwelle der Vervollkommnung erreicht, die Sache müsse noch erschöpft werden, bevor man bei den jetzt erreichten Kenntnissen sicher stehen bleiben könnte.

Herr Longridge

sagte, es möge ihm gestattet sein, bevor er die im Laufe der Verhandlungen gemachten Bemerkungen beantworte, für einen Augenblick auf eine ihn selbst betreffende Sache zurückzukommen. Es thue ihm leid, daß Einiges in seiner Schrift als ein Angriff auf militärische Autoritäten oder auf die Artillerie-Prüfungs-Kommission zu Woolwich gedeutet worden sei. Man scheine einigen Aeußerungen nach anzunehmen, daß er die Abhandlung in der besonderen Absicht geschrieben habe, Militärpersonen herabzusetzen und seinen eigenen Stand zu erheben, oder an der Prüfungs-Kommission die Lanne eines enttäuschten Erfinders auszulassen. Wäre das seine Absicht gewesen, so würde er nicht verdienen ein Mitglied dieser Gesellschaft zu sein, und träfe die Schrift wirklich dieser Vorwurf, so würde der Vorstand gewiß nicht erlaubt haben daß sie gelesen werde. Thatsächlich enthalte sie aber kein Wort, welches billigerweise so gedeutet werden könnte. Er sagte, daß der Civil-Ingenieur bei seiner jetzigen Erfahrung vertrauter mit den Eigenschaften der nutzbaren Metalle sei als seine militärischen Genossen, so daß er ohne Vermessenheit sich mit der Frage beschäftigen könne, wie man ein starkes Geschützrohr mache. Bei dieser Meinung bleibe er noch. Er habe die höchste Achtung vor gewissen Mitgliedern der Prüfungs-Kommission, und unter diesen vor den Herren welche sich an der Verhandlung betheiligten. Es sei gesagt worden, daß es nicht recht sei, Abwesende anzugreifen; wäre dies aber geschehen, so hätte die Kommission reichliche Gelegenheit, sich durch diejenigen ihrer Mitglieder zu vertheidigen, welche eingeladen wurden hier anwesend zu sein. Außerdem habe man gesagt, es hätte bewiesen werden sollen, daß die Sache welche Herr Longridge vor die Kommission brachte, nicht richtig behandelt oder gebührend beachtet worden sei. Er glaube dies beweisen zu können. Er habe der Kommission nicht, wie es dargestellt wurde, ein Geschützrohr übersandt; sondern Alles was er ihr vorlegte, sei ein einfacher, mit Draht umwundener Bronze-Cylinder gewesen. Er trug Sorge hervorzuheben, daß es kein Geschützrohr, sondern nur eine Erläuterung derjenigen Mittel sei, die er für geeignet halte den Geschützrohren nach dem Umfange hin eine große Festigkeit zu ertheilen. Er übergab auch eine schriftliche Auseinandersetzung, wie Geschützrohre nach jenem Prinzipe verfertigt werden könnten und wie die Schildzapfen

Digitized by Google

zu befestigen wären. Bei dieser Eingabe befanden sich zwei Zeichnungen, eine von einem 32-Pfünder und die andere von einer 10-zölligen Haubitze, welche zeigten wie die Schildzapfen angebracht werden sollten. Er glaube, nachdem er die Konstruktion dieses Cylinders (Fig. 12) genau erklärt hatte, konnte nicht gesagt werden, sein Entwurf wäre richtig behandelt, indem man der drahtumwundenen Bronze-Röhre einen Stützpunkt an der Mündung gab und sie mit 2 Pfund Pulver abfeuerte, während die gewöhnliche Probeladung für ein 3-pfündiges Rohr $1\frac{1}{4}$ Pfd. ist. Unter solchen Umständen könne es Niemanden überraschen, daß der Boden ausgestoßen wurde; er glaube daß eine mit dem schwersten Dienst-Rohre unter denselben Umständen angestellte Probe dieselbe Folge gehabt haben würde. Zum weiteren Beweise daß seine Erfindung weder richtig geprüft noch vollständig untersucht wurde, könne er hervorheben, daß ihm in einem Briefe eines einflußreichen Mitgliedes der Prüfungskommission vom September 1855 geschrieben wurde, die angestellten Versuche würden im Allgemeinen nicht für geeignet gehalten, den leitenden Gedanken des Vorschlages zu widerlegen.

Bevor er zu dem Gegenstande der Abhandlung übergehe, bitte er die Punkte berühren zu dürfen, die er gelegentlich mit vorbrachte. Es habe ihn sehr überrascht daß im Laufe der Verhandlung so wenig über die Wirkung des Dralls in den gezogenen Rohren gesagt sei, da doch so viele in diesem Zweige der Wissenschaft hervorragende Herren gegenwärtig waren. Es seien mehre in der Beschaffenheit der Züge ganz verschiedene Rohre vorgeführt, und für jedes habe man die Ueberlegenheit in Anspruch genommen. Eine deutliche Erklärung über die Wirkung des Dralls oder darüber was man durch ihn zu bewirken suchte, sei aber nicht gegeben. Er wolle (unter Bezugnahme auf die zweite Note im Anhange seiner Abhandlung) einige Worte über diejenigen Ursachen der Abweichung der Geschosse sagen, auf welche die Rotation Einfluß hat. Er glaube daß über diesen Punkt ein Mißverständniß obwalte, und es sei ihm deshalb lieb, eine Gelegenheit zu haben darüber zu sprechen. Der erste Zweck der Züge sei, die Abweichung zu verhindern, welche daraus entsteht daß das Geschoß nicht symmetrisch ist. Ginge die Resultante des Luftwiderstandes durch den Schwerpunkt, so würde diese Abweichung nicht entstehen; da man aber in der Praxis vollkommen symmetrische Geschosse nicht bekomme, so trete diese Abweichung nach der einen oder anderen Seite ein. Nun habe man angenommen daß das Geschoß, wenn man ihm eine Rotation ertheilte, eine Reihe von Spiralen rund um die erweiterte Schußrichtung beschreiben würde. Dies sei wie er glaube falsch. Das Geschoß beschreibe keine Spiralen, sondern eine Reihe von Curven, deren allgemeine Richtung gerade sei und von der Schußrichtung gleichförmig abweiche, und deren Projektion auf eine gegen letztere rechtwinkliche Ebene eine Cycloidalform habe. Das Geschoß weiche also nach der einen oder anderen Seite ab, je nach dem ersten Drucke welchen

Digitized by Google

die Luft auf daſſelbe, wenn es aus dem Rohre tritt, ausübt. Um dieſer Abweichung entgegen zu wirken, genüge ein kleiner Betrag von Drall. Bei den drei Rohren, von denen er ausführlicher geſprochen habe, betrage der Drall: Bei dem Rohre des Herrn Haddan eine Umdrehung auf 50 Fuß, bei dem Sir W. Armſtrong's eine Umdrehung auf 9 oder 10 Fuß und bei dem des Herrn Whitworth eine Umdrehung auf 5 Fuß. Auf eine Entfernung von 1000 Yards mache Herrn Haddan's Geſchoß 60, Sir W. Armſtrong's 300 und Herrn Whitworth's Geſchoß 600 Umdrehungen. Die cycloidalen Curven von denen er ſprach, wären ſehr klein, nämlich zwiſchen $^1/_{30}$ und $^1/_{3000}$ Zoll. Bei jeder Umdrehung weiche das Geſchoß um die Länge einer dieſer Curven ab, alſo bei der Schußweite von 1000 Yards das Geſchoß des Herrn Haddan 2 Zoll, das Sir W. Armſtrong's 0,4 und das des Herrn Whitworth 0,2 Zoll; folglich genüge zur Berichtigung dieſes Fehlers ein ſehr ſchwacher Drall. Die folgende Urſache der Abweichung rühre von der Schwerpunktslage her und werde in dem Gyroscope ſehr gut erläutert. Liege der Schwerpunkt hinter der mittleren Richtung des Widerſtandes, ſo weiche das Geſchoß in einer langen Spirale bei rechtsläufigen Zügen nach rechts und bei linksläufigen nach links ab; liege der Schwerpunkt vor jener Richtung, ſo trete die entgegengeſetzte Abweichung ein. Dieſe Abweichung werde um ſo geringer, je größer die Geſchwindigkeit der Rotation wird; um ſie ganz zu vermeiden, würde ein ſehr ſtarker Drall nöthig ſein. Sie hänge aber immer von der Schwerpunktslage ab; legte man den Schwerpunkt ſo nahe als möglich in den Mittelpunkt der Geſtalt, ſo würde man ſie zum größten Theile vermeiden. Eine andere Urſache der Abweichungen ſei ohne Zweifel von ſehr beträchtlicher Wirkung, nämlich das Rollen des Geſchoſſes auf der Luft. Ein zwiſchen zwei Flächen rollender und von dieſen verſchieden ſtark gedrückter Cylinder werde ſich im Sinne der Rotation längs derjenigen Ebene fortbewegen, an welcher der Druck am ſtärkſten iſt. Die Bewegung eines in der Luft ſich drehenden und fallenden Geſchoſſes ſei von dieſer Art; die drehende Bewegung ſtrebe das Geſchoß nach der rechten Seite abzulenken, wenn das Geſchütz rechtsläufige Züge hat. Dieſe Abweichung werde bei ſtärkerem Drall größer; und wenn dies richtig ſei, ſo ſcheine der ſtarke Drall den einige der genannten Rohre haben, falls er wirklich nöthig iſt, nur durch die Schwerpunktslage des Geſchoſſes veranlaßt zu ſein. Herr Longridge könne in den Betrachtungen, welche ihn zu den in der erwähnten Note niedergelegten Sätzen führten, nichts Unrichtiges finden.

Es ſei nicht ſchwer, die Kraft zu berechnen die zur Ertheilung der Rotation nöthig iſt. Sie ſei ſelbſt bei dem Whitworth-Rohre unbedeutend. Der Behauptung welche Herr Whitworth aufſtellte, daß die Rotation dem Geſchoſſe vorwärts helfe, könne er aber nicht beiſtimmen. Er glaube daß ſie die entgegengeſetzte Wirkung habe und daß die forttreibende Kraft allemal um den Theil vermindert wird, den

Digitized by Google

die Umdrehung des Geschosses gebraucht. Dieser Betrag sei jedoch sehr unbedeutend, wie in der Note für das 80-pfündige Whitworth-Rohr nachgewiesen wurde.

Der nächste Punkt, über den er einige Bemerkungen zu machen habe, sei die Kraft des Schießpulvers. Er habe sie zu 17 bis 20 Tonnen auf den Quadratzoll angenommen. Dies sei das Resultat seiner eigenen Versuche, bei denen er seiner Meinung nach das richtige Verfahren anwandte, um die Kraft des Schießpulvers zu bestimmen. Gewöhnlich würden dazu zwei andere Wege eingeschlagen: erstens durch Bestimmung des wirklichen Volumens der Gase und ihrer, zufolge der Temperaturerhöhung eintretenden Ausdehnung; und zweitens durch Versuche am ballistischen Pendel. Was die erste dieser beiden Methoden anbetreffe, so wären die dazu unentbehrlichen Kenntnisse sehr unvollständig. Das Volumen der sich entwickelnden Gase sei ziemlich genau bekannt, aber nicht die entstehende Temperatur. Die Temperatur welche die Kohle und der Schwefel des Pulvers hergeben, sei bekannt, auch die specifische Wärme der Gase bei einem konstanten Drucke; aber was man kennen müsse, sei die specifische Wärme bei einem konstanten Volumen, die zwar für die Luft, für Stickstoff und Schwefel-Kalium bekannt, aber wie er glaube für Kohlensäure nicht genau bekannt sei. Mittelst dieser Angaben könne man einen Ueberschlag machen, wonach ungefähr die Temperatur 9440 Grad und der Druck, wenn man ihn nach Mariotte's Gesetz bestimmt, 42 Tonnen auf den Quadratzoll betragen würde. Hutton sei durch die Pendelversuche zu dem Schlusse geführt, daß die Kraft des Schießpulvers 12 bis 16 Tonnen auf den Quadratzoll betrage. Der Capitain Boxer berechne in seinem „Treatise on Artillery" aus dem Volumen und einer angenommenen Temperatur der Gase die Kraft zu 14½ Tonnen auf den Quadratzoll. Dabei sei jedoch vorausgesetzt daß Mariotte's Gesetz auf die Pulvergase eine richtige Anwendung finde, welche Hypothese man, wie der Capitain Boxer richtig bemerke, nach den jetzigen Kenntnissen von der Sache bezweifeln müsse. Herr Longridge fand, indem er Hutton's Formel auf das 80-pfündige Whitworth-Rohr anwandte, die Anfangskraft zu ungefähr 17½ Tonnen wenn er Mariotte's Gesetz benutzte, und zu 24½ Tonnen wenn er statt dessen von dem richtigen thermo-dynamischen Gesetze Gebrauch machte.

In beiden Fällen wurde angenommen daß die ganze Pulverladung momentan verbrenne. Stellt z. B. DE (Fig. 32) die Seele des Rohrs und DC den vom Pulver ausgefüllten Raum dar, so wird der vom momentan verbrennenden Pulver ausgeübte Druck in den verschiedenen Punkten durch die Ordinaten der Curve BHF, wenn man Mariotte's Gesetz anwendet, und durch diejenigen der Curve AHG, wenn man nach dem richtigen thermo-dynamischen Gesetze rechnet, bezeichnet. Bekanntlich verbrenne aber das Pulver nicht in einem Augenblicke, und da es wichtig sei zu wissen, welchen Einfluß die Verbrennungsdauer auf die Anfangskraft hat, wolle er das folgende Diagramm (Fig. 33)

Digitized by Google

Fig. 32.

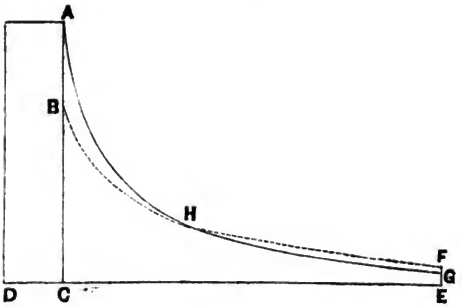
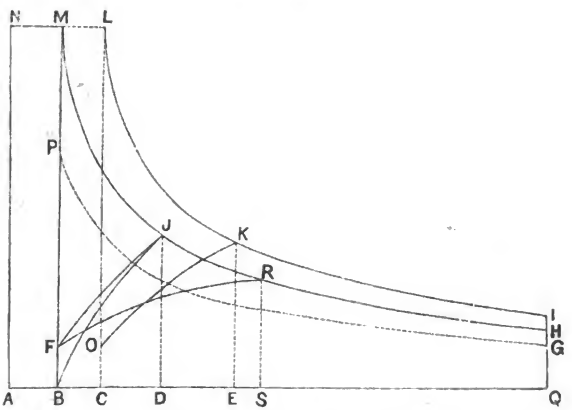


Fig. 33.



erläutern. Darin soll AQ die Seele des Rohrs und AB der vom Pulver eingenommene Raum sein. Wendet man die, nach dem thermodynamischen Gesetze modificirte Formel Hutton's an, so findet man unter der Annahme einer momentanen Verbrennung eine Curve PG, deren Ordinaten den Druck und deren Fläche BPGQB die ganze Wirkung angeben. Bei dem nicht momentan verbrennenden Pulver wäre die Sache anders. Sobald der Druck hinter dem Geschosse die Reibung überwindet, beginnt letzteres seine Bewegung und dann nimmt

Digitized by Google

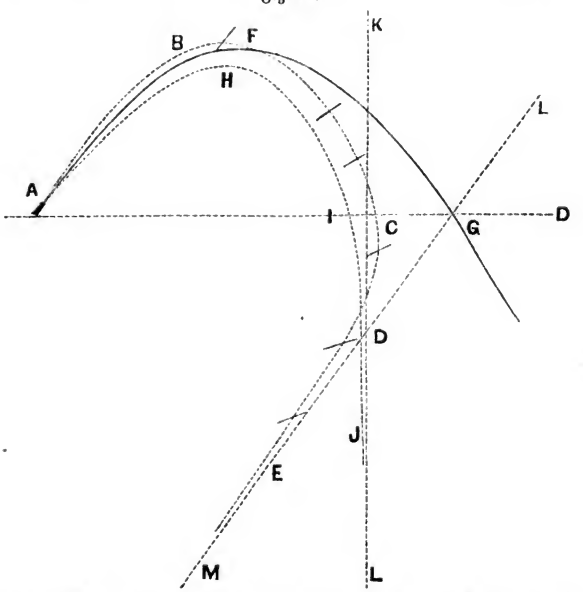
der Raum für die Gase zu. Bezeichnet FB den Druck der nöthig ist, um die Reibung zu überwinden, so wird die Curve des Drucks zunächst eine solche wie FJ, deren Ordinaten bis zu einem gewissen Punkte, wahrscheinlich bis alles Pulver verbrannt ist, wachsen. Befindet sich das Geschoß, wenn alles Pulver verbrannt ist, in D, so stellt DJ den Druck in diesem Punkte dar. Von hier an wird JH die Curve des Drucks. Nun soll die Größe der Geschoßbewegung dieselbe wie in dem vorigen Falle, also die Fläche BFJHQB der Fläche BPGQB gleich sein; mithin liegt der Punkt J offenbar außerhalb der Curve PG. Daraus folgt, wenn man die Curve HJ rückwärts verlängert, daß die Ordinate BM größer als BP sein muß, d. h. daß die Anfangskraft des langsam verbrennenden Pulvers, wenn sie verhindert wäre sich auszubreiten, größer wäre als die Anfangskraft des, dieselbe Wirkung hervorbringenden momentan verbrennenden Pulvers. Wende man dies auf das vorige Beispiel, auf das große Whitworth-Rohr an, so ergebe sich daß die Anfangskraft des Pulvers, wenn sie verhindert wäre sich auszubreiten, größer als der Werth sein würde, welcher für BP gefunden wurde, nämlich als $24^1/_2$ Tonnen auf den Quadratzoll. Um wie viel größer, das zu bestimmen, habe man bis jetzt kein Mittel, weil die Lage des Punktes D wo das Pulver vollständig verbrannt ist, nicht angegeben werden kann. Eine andere Bemerkung sei die, daß die Wirkung welche eine gewisse Menge Pulver hervorbringt, um so geringer ist je langsamer letzteres verbrennt. Die Curve MJRH gebe die Wirkung, wenn das Pulver momentan verbrennt, durch die Fläche BMJHQB an; wenn das Pulver nicht eher ganz verbrannt wäre als bis das Geschoß in D ankommt, durch die Fläche BFJHQB; und wenn ein noch langsameres Pulver gebraucht würde, dessen Verbrennung erst beendet wäre, wenn das Geschoß sich in S befindet, durch die Fläche BFRHQB. Hieraus gehe der große Kraftverlust, welcher bei dem Gebrauche des langsam verbrennenden Pulvers eintritt, sehr deutlich hervor; er lasse sich, wenn man dieselbe Wirkung erreichen will, nicht anders als durch größere Ladungen ausgleichen. Hätte man z. B. zwei Pulversorten, von denen die eine rascher verbrennt als die andere, und wäre bei dem rascheren Pulver AB die Länge der Ladung und diese vollständig verbrannt, wenn das Geschoß den Punkt D erreichte, stellte also die Fläche BFJHQB die ganze Wirkung dar, so müßte man um dieselbe Wirkung mit dem langsameren Pulver zu erreichen, eine größere Ladung AC nehmen, der eine Fläche COKIQC entspräche, welche gleich BFJHQB ist. Und diese, bei langsamerem Pulver erforderliche größere Länge der Ladung werde bei dem neuen Geschütz-Systeme besonders unbequem sein, weil hier das Kaliber viel kleiner ist als bei den alten, dasselbe Geschoßgewicht schießenden Rohren. Aus diesem Grunde habe er mit großem Erstaunen in der Rede des Kriegs-Secretärs gelesen, daß verkehrterweise zu rasch verbrennendes Pulver gebraucht worden sei, namentlich bei den gezogenen Kanonen, die ein schwächeres und langsameres Pulver verlangen. Wäre dies der

Digitized by Google

Fall, so glaube er, daß wenn auch die Einrichtung der Geschützrohre verbessert wurde, in ihrem Gebrauche ein Rückschritt geschah; denn die Wirkung müsse um so größer sein, je rascher das Pulver verbrennt, und deshalb könne er den Wunsch nach einem langsameren Pulver nur dadurch erklären, daß man fürchte die Rohre möchten die große Steigerung des Drucks nicht aushalten, die eintreten würde, wenn man bei rasch verbrennendem Pulver das System der gezogenen Geschütze durchführen wollte.

Die Ansicht welche Sir W. Armstrong aussprach, daß ein widerstehendes Mittel zur Vergrößerung der Schußweite beitrage, könne er nicht theilen. Das widerstehende Mittel bewirke ohne Zweifel daß ein Langgeschoß, welches die Lage seiner Achse unverändert beibehält, sich während eines Theils seiner Fortbewegung über diejenige Flugbahn erhebt, die es beschreiben würde wenn es an letzterer immer tangential bliebe. Wäre A in Fig. 34 das Geschütz und AFG die Flugbahn

Fig. 34.



im leeren Raume, so würde die Flugbahn welche ein Geschoß, dessen Achse in der Richtung der Fortbewegung bleibt, in der Luft beschreibt, eine Curve wie AHIJ, die sich einer vertikalen Asymptote KL mehr

und mehr nähert. Behalte das Geschoß aber in Folge seiner Rotation die anfängliche Lage seiner Achse bei, so werde es von der gegen seine untere Seite gerichteten Luft über AHI gehoben und beschreibe eine andere Curve ABFC, von der möglicherweise ein Theil über der paraboliſchen Linie liegen könne. In diesem Falle würde das Geschoß die paraboliſche Linie bald durchschneiden und dann, indem es seine horizontale Geschwindigkeit verliert, mehr und mehr zurückbleiben, bis es endlich, dem horizontalen Elemente des Luftwiderstandes nachgebend, die Flugbahn des tangential fliegenden Geschosses durchschnitte oder auch, wenn kein Hinderniß vorhanden wäre, eine unter das Geschütz sich erstreckende Curve beschriebe, die sich einer Asymptote LDEM nähert. Die Betrachtung der Kräfte führe leicht zu dem Beweise dieses Resultats, aus dem sich ergebe daß die Schußweite des rotirenden Geschosses nicht allemal die eines tangential fliegenden Geschosses überschreite, da dies vielmehr von der Lage des Durchschnittspunktes der beiden Flugbahnen abhänge. Daß die wirkliche Schußweite jemals die paraboliſche überschreiten könne, glaube er nicht. Er habe letztere für einige der mit den Armstrong- und Whitworth-Rohren angestellten Versuche berechnet wie folgt:

	Elevation in Graden.	Wirkliche Schußweite in Yards.	Weite der paraboliſchen Bahn in Yards.	Unterschied. Yards.	Anfangsgeschwindigkeit in Fußen.
12-pfündiges Armstrong-Rohr.	7	2480	2940	460	1080
	8	2797	3349	552	
	9	3000	3755	755	
12-pfündiges Whitworth-Rohr.	5	2342	3057	715	1300
	10	4120	6020	1900	
80-pfündiges Whitworth-Rohr.	5	2604	3057	453	1300
	10	4730	6020	1290	

In allen diesen Fällen sei die wirkliche Schußweite viel kleiner, als die Schußweite im leeren Raume sein würde.

Um nun auf den Gegenstand seiner Schrift zu kommen, so möchte es nach den Aeußerungen mehrer Redner scheinen, als wäre das was er zu erreichen suchte ganz und gar unnöthig, vielmehr das Gußeisen

Digitized by Google

für die Zwecke der Artillerie hinreichend stark, ein besseres Material also nicht erforderlich. In dieser Beziehung wären zweierlei Ansichten vorhanden. Bei der einen walte die Anhänglichkeit an die alten gußeisernen Rohre vor, und ein Officier habe mit großer Wärme von seiner eigenen Erfahrung über die guten Dienste derselben gesprochen. Diese Anhänglichkeit sei derjenigen sehr nahe verwandt, welche das alte glatte Infanterie-Gewehr gegen die neuen Gewehre lange Zeit in Schutz nahm. Die andere Meinung hege große Erwartungen von der Vervollkommnung der gußeisernen Rohre. Man sagte, er habe die Stärke des Gußeisens zu gering geschätzt, indem er sie zu 8 Tonnen auf den Quadratzoll annahm. Er habe dies als die mittlere Festigkeit des Gußeisens überhaupt angenommen und glaube daß die Festigkeit an den inneren Wänden der Rohre kaum so groß sei. Die Angabe daß irgend eine Probe Gußeisen eine Festigkeit von 44000 Pfd. gezeigt hätte, habe ihn überrascht; er habe aber bei näherer Nachforschung gefunden, daß in diesem Falle eine Sorte Holzkohlen-Eisen gebraucht wurde, von dem eine Probe jene Festigkeit beinahe besaß, daß aber auf derselben Seite der Schrift, welcher diese hohe Angabe entnommen wurde, Beispiele vorkommen daß die Festigkeit desselben Eisens nicht ganz 8 Tonnen betrug*). Herr Longridge habe einige Schriften über diesen Gegenstand nachgesehen und in dem letzten Blaubuche (1858), welches die Versuche von Woolwich enthält, gefunden daß die größte Stärke des dort probirten Gußeisens 15 Tonnen und die geringste $4^1/_2$ Tonnen, also die mittlere 10 Tonnen war. Diese Versuche wurden mit Eisenproben angestellt, welche dazu bereitet und von den Fabrikanten eingeschickt, mithin von diesen zweifelsohne für die besten zu dem Zwecke gehalten wurden. Die Resultate der Versuche des Herrn Hodgkinson, welche derselbe in seiner Ausgabe des „Tredgold" mittheilt, zeigen eine mittlere Festigkeit von 7—$7^1/_2$ Tonnen. Aus dem „Report of Commissioners on Railway Structures, 1849" ergebe sich eine Festigkeit von 6 bis 7 Tonnen auf den Quadratzoll. Er glaube also die Festigkeit nicht unterschätzt zu haben, indem er sie

---

*) Nachdem Herr Longridge obige Bemerkung gemacht hatte, wurde er auf den Umstand aufmerksam, daß die Eisenproben welche weniger als 8 Tonnen auf den Quadratzoll trugen, vom ersten Gusse waren. Er giebt deshalb die Resultate der verschiedenen Proben hier an:

Vom ersten Gusse.

1. Eine Stange 16973 Pfd. auf den Quadratzoll.
2. „ „ 19271 „ „ „ „
3. „ „ 24227 „ „ „ „

Halb Roheisen und halb Eisenabfälle, aus vorhergehenden Versuchen.

1. Mittel aus zwei Stangen 34926 Pfd. auf den Quadratzoll.
2. „ „ „ „ 21062 „ „ „ „
3. „ „ „ „ 41519 „ „ „ „

Offenbar sei also ein großer Unterschied in der Beschaffenheit des Eisens vorhanden.

Digitized by Google

zu 8 Tonnen annahm. Man müsse auch bedenken, daß solche Eisensorten welche die größte Festigkeit haben, für Geschützrohre weniger brauchbar sind, als die welche nicht so viel widerstehende Kraft, aber mehr Elasticität besitzen.

Es sei viel von gewissen Legirungen die Rede gewesen; er glaube nicht, daß der jetzige Standpunkt der Kenntnisse von ihnen wesentliche Verbesserungen erwarten lasse. Als ein Mittel der Verbesserung des Eisens sei die Vergrößerung seiner Dichtigkeit genannt. Hierüber wolle er weiter Nichts sagen, als daß man in Woolwich Eisen von 7,3 Dichtigkeit zu Geschützrohren nicht für geeignet hielt. Die Bemerkungen welche der Chemiker des Kriegs-Departements machte, vor dessen chemischen Kenntnissen er die höchste Achtung habe, hätten ihn überrascht; er glaube, daß hier verkehrterweise ein Werth auf die Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung gelegt wurde, als bilde diese eine Richtschnur für die mechanischen Eigenschaften des Eisens. Es könnten viele schlagende Beweise geliefert werden, welche zeigen daß Gleichheit der chemischen Zusammensetzung neben großer Verschiedenheit der physikalischen Beschaffenheit bestehen kann. So sei z. B. Phosphor in seinem gewöhnlichen Zustande ein tödtliches Gift und durch die geringste Reibung entzündlich, in einem anderen Zustande ganz unschädlich und durch Reibung nicht entzündlich. Er glaube daß es gewisse Zusammensetzungen gebe, wie z. B. eine aus Chlor und Naphthalin bestehende, welche in der luftförmigen, flüssigen und festen Form vorkommen, ohne daß hierbei eine chemische Verschiedenheit entdeckt werden könnte. Deswegen scheine ihm die chemische Uebereinstimmung mit den mechanischen Eigenschaften des Eisens nicht viel zu thun zu haben. In dieser Meinung werde er bestärkt durch den Bericht der Kommission von Chemikern, welche 1849 in den Vereinigten Staaten zur Untersuchung dieser Frage eingesetzt wurde. Sie erstattete 1851 ihren ersten Bericht, der viel zu versprechen schien. 1852 berichtete sie, daß sie eine bestimmte Beziehung zwischen der Menge des ungebundenen Kohlenstoffs und der Festigkeit des Metalls beobachtet zu haben glaube. Aber in dem Schlußberichte von 1855 nahm sie alle früheren Berichte zurück und sagte, daß die frühere Ansicht über den Nutzen ihrer Arbeiten bei Vollendung der letzteren wesentlich herabgesetzt sei. Also glaube er daß man in der Praxis weit davon entfernt sei, die chemischen Eigenschaften, wie wünschenswerth ihre Feststellung übrigens sein möge, als Zeichen der Festigkeit des Eisens anzunehmen.

Er komme nun zum Schmiedeeisen. Herr Clay habe offenbar beabsichtigt, der in der Abhandlung enthaltenen Behauptung über die Verschlechterung des Eisens im Innern großer geschmiedeter Geschütz-Rohre entgegen zu treten; er sei indeß nur gegen die Behauptung aufgetreten, ohne weitere Erläuterungen zu geben. Jene Behauptung aber sei den Schriften des Herrn Clay selbst entnommen. Es wurde auch erwähnt daß ein neues Verfahren für die Fabrikation der Geschützrohre entdeckt worden sei, welches jedoch nicht mitgetheilt wurde; als ein Be-

Digitized by Google

weis seines Werthes wurde aber angegeben, daß aus einer Röhre von $2^1/_2$ Zoll Kaliber und 2 Zoll Dicke mit $1^1/_2$ Pfd. Pulver 22 Kugeln und ein Cylinder, der 12 Zoll aus der Mündung hervorragte, geschossen wurden, ohne daß die Röhre Schaden litt. Als Erwiederung hierauf verweise Herr Longridge auf die in Fig. 14 und 15 dargestellte Röhre, die drei Zoll im Durchmesser und nur $^3/_8$ Zoll Dicke hatte und mit 2 Pfd. Pulver unter Umständen abgefeuert wurde, die viel entscheidender waren als die eben genannten.

Ueber Stahlrohre habe er sehr wenig zu sagen. Es sei dem Stahle des Herrn Krupp eine außerordentliche Festigkeit zugeschrieben und behauptet worden, daß der einem solchen Rohre widerfahrene Unfall lediglich durch die Beschaffenheit des Geschosses herbeigeführt wurde. Die in Fig. 19 dargestellte Form eines Geschosses sei verspottet worden; er bitte aber zu bedenken daß es seine Absicht nicht war, dies Geschoß anders als zu einem besonderen Experimente und mit einer sehr schwachen Pulverladung zu gebrauchen. In seiner Abwesenheit wurde es mit 2 Pfund Pulver verschossen, was die in der Abhandlung beschriebenen Folgen hatte. Das bei Herrn Krupp's Rohre gebrauchte Geschoß habe am Boden einen schmiedeeisernen Ring gehabt, der wie es schien auswich, das Gußeisen zerschnitt und sich in der Seele festklemmte. Seiner Meinung nach hätte ein solches Geschoß mit einer starken Pulverladung nicht verschossen werden sollen.

Welches Material man aber auch gebrauchen möge, immer sollte es in der bestmöglichen Art zur Verwendung kommen, so daß es seine volle Leistungsfähigkeit besitzt; und dies sei bei einer homogenen Masse gewiß nicht der Fall. Der Versuch, die Rohre hohl zu gießen und von innen erkalten zu lassen, sei wie er glaube in Amerika lange aufgegeben. Es wären mehre Beispiele gußeiserner Rohre von großer Dauerhaftigkeit angeführt; er wolle dagegen bemerken daß es kein Beweis für die Tauglichkeit des Gußeisens ist, wenn ein Rohr eine gewisse Zahl Schüsse mit bestimmten Ladungen aushält. Ein gut verfertigtes gußeisernes Rohr von gleichförmigem Gefüge zerfliege nicht auf einmal in Stücke, es zerreiße allmälig und dies fange inwendig mit sehr kleinen Rissen an. Es sei sehr wohl möglich, daß diese kleinen Risse eine Zeitlang die Haltbarkeit des Rohrs vergrößern. Er wolle die Versammlung nicht mit einem Beweise dieses Umstandes aufhalten, letzterer könne indessen als Thatsache angenommen werden. Die Risse dehnen sich nach und nach aus und zersprengen endlich das Rohr. Die Theorie habe die Grenze, bis zu welcher eine homogene Röhre gespannt werden kann, wirklich genau angegeben, und er glaube daß die Angaben der Theorie die einzig sicheren Führer sind.

Er wolle jetzt mit wenig Worten auf das Prinzip welches der eigentliche Gegenstand der Abhandlung ist, zurückkommen. Dies sowohl vom Capitain Blakely als ihm angenommene Prinzip bestehe in der Darstellung der Geschützrohre aus koncentrischen Reifen oder aus Drahtumwindungen. Er sei erfreut daß dasselbe nicht länger nur der

Digitized by Google

Theorie angehört, sondern daß Thatsachen angeführt werden können, welche die Richtigkeit des vom Capitain Blakely und ihm so viele Jahre verfolgten Gedankens bestätigen. Sir W. Armstrong und Herr Whitworth haben bei ihren großen Kanonen dies Prinzip angenommen; er müsse aber seine Meinung dahin aussprechen, daß Keiner von ihnen es auf die beste Weise ausgeführt hat. Um den Vortheil dieser Konstruktion ganz zu haben, sei es nothwendig daß die Ringe mit bestimmten Spannungen angelegt werden. Die von ihm mitgetheilten Diagramme erläuterten die Folgen unrichtiger Spannungsverhältnisse. Die Theorie des Prinzips sei von dem, in diesem Vereine nicht unbekannten Herrn C. H. Brooks bearbeitet, dem er wie auch der Verein sehr verpflichtet sei und der über den mathematischen Theil der Frage eine sehr gründliche Abhandlung geschrieben habe *). Das Resultat dieser Berechnungen überzeugte Herrn Longridge daß die Reifen, wenn man durch sie den äußersten Grad der Festigkeit erreichen will, bestimmte Spannungen haben müssen, und daß anderufalls Beschädigungen bei einigen derselben zu befürchten sind. Herr Whitworth habe mitgetheilt, daß er die Reifen durch hydraulischen Druck anlege. Dies Verfahren sei vom Capitain Blakely vorgeschlagen und demjenigen, die Reifen einschwinden zu lassen, vorzuziehen. Herr Whitworth lege sie mit einer sehr großen und zwar mit der größten Spannung an, welche das Material ohne bleibende Veränderung erträgt, so daß eine solche Veränderung bei der geringsten durch die Explosion bewirkten Vergrößerung der Spannung eintritt. Herr Longridge sei deshalb überzeugt daß Herr Whitworth nicht nur einen Theil der möglichen Haltbarkeit der Rohre einbüßt, sondern in dieselben ein Element der Zerstörung einführt. Sir W. Armstrong habe gesagt, daß bei seinen Rohren die Reifen heiß angelegt werden. Herr Longridge wisse aus seiner Erfahrung über das Einschwinden der Reifen, daß hierbei der Grad der Spannung unmöglich genau bestimmt werden kann, da nicht zwei Stücke Eisen ganz übereinstimmend einlaufen. Er müsse also sagen daß Sir W. Armstrong und Herr Whitworth, obgleich beide auf dem richtigen Wege gingen, der sicheren Führung der Theorie nicht folgten. Bei dem Armstrong-Geschütze werde eine Röhre spiralförmig gewunden und zusammengeschweißt, und darüber komme am Bodenstücke eine andere Röhre, bei welcher das Gefüge des Eisens in der Längenrichtung liegt; auf diese werde das Schildzapfenstück aufgetrieben und darüber kommen wieder spiralförmig gewundene Reifen. Herr Longridge würde es vorziehen, das Eisen welches den Druck in der Längenrichtung aushalten soll, auswärts und ganz unabhängig von dem Rohre anzubringen, indem er glaube daß es auf diese Weise seinen Zweck besser erfüllen würde. Bei dem Armstrong-Rohre werde der

*) Dieselbe wird in den Minutes of Proceedings, vol. XIX, 1859—60 veröffentlicht werden.

Der Herausgeber.

Digitized by Google

Rückstoß ganz von der Adhäsion des in der Längenrichtung angebrachten Eisens an den anderen Röhren getragen, auf welche der Stoß wiederholter Schüsse leicht nachtheilig einwirken könne, zumal die Röhren eine bestimmte anfängliche Spannung nicht erhielten; dies könne für das Geschützrohr verderblich werden. Bei dem Whitworth-Rohre beruhe die Befestigung der Schildzapfen auch auf Reibung, und die Festigkeit in der Längenrichtung auf der Haltbarkeit der inneren Röhre. Er müsse seine entschiedene Meinung aussprechen, daß man den großen Kanonen von 8-, 10- oder 12zölligem Kaliber weder durch das Verfahren Sir W. Armstrong's, noch durch dasjenige des Herrn Whitworth eine zuverlässige Haltbarkeit geben könne.

Es sei gesagt worden, daß die Artillerie-Officiere das von ihm vertretene System niemals annehmen würden. Einer der Einwürfe gegen dasselbe sei, daß es an den Enden keinen hinreichenden Halt habe. Er verstehe nicht recht was mit diesem Ausdrucke gemeint sein solle, denke sich aber daß man habe sagen wollen, es wäre kein Mittel vorhanden die Enden des Drahts fest zu machen. Nun sei aber nichts einfacher als das. Bei dem Rohre Fig. 15 wurde ein kleines Loch in schiefer Richtung durch das Gußeisen gebohrt, das Ende des Drahts hineingesteckt und ein Keil hineingetrieben, so daß dies Ende nicht abwickeln konnte; am Schlusse wurde mit dem anderen Ende ebenso verfahren, und eine die Drahtumwindung umgebende Lothschicht verhinderte eine Abwickelung auch für den Fall, daß 2, 3 oder selbst mehr Drähte abrissen. Ferner war es die Absicht, den Draht durch eine Bekleidung von Eisenblech zu schützen. Die Befestigung des Bodens, über welche viel geredet sei, biete keine Schwierigkeit dar. Das Material welches den Rückstoß aufnehmen solle, werde auswärts des Rohrs angebracht. Die Ausführung dieses Systems habe keine Schwierigkeit, und er sei überzeugt, daß man zuletzt alle großen Rohre so konstruiren werde. Hinsichtlich des Einflusses der Temperatur habe er berechnet, daß 200 Grad die Spannung des Drahts nicht mehr als um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfund verringern würden, so daß also von der Temperatur nichts zu fürchten sei. Es thue ihm leid daß Herr Anderson gegen den Draht eingenommen sei; er wolle diesen Herrn erinnern daß er vor wenigen Jahren eine gleiche Abneigung gegen die Reifen hatte. Da er nun seine Meinung so weit änderte daß er Geschützrohre aus Reifen anfertigt, so sei Herr Longridge überzeugt daß er in einigen Jahren auch die höheren Vorzüge des Drahts anerkennen werde.

Digitized by Google

Der Präsident Herr Bidder

sagte, der höchst interessante Charakter den diese Verhandlungen von nationaler Wichtigkeit trugen, habe die Bemerkungen welche er bei der Eröffnung derselben machte, vollständig gerechtfertigt, und gezeigt daß es weder in diesem noch in irgend einem anderen Lande eine bessere Gelegenheit giebt, Gegenstände dieser Art zu erörtern, als den Verein der englischen Civil-Ingenieure. Der unmittelbar durch die Schrift des Herrn Longridge angeregte Gegenstand: die Fähigkeit hohler Körper einem großen inneren Drucke zu widerstehen, führte zu der Frage über die Konstruktion der Geschützrohre, und der Vorschlag, der Sache eine weitere Ausdehnung zu geben, zu den stattgehabten interessanten Verhandlungen.

Man müsse zugestehen, daß die von Herrn Longridge zur Sprache gebrachte Theorie über die Widerstandsfähigkeit der Metalle genugsam bewiesen wurde, und daß der von ihm angegebene Entwurf theoretisch dem Zwecke entspricht. Indessen wurden gegen denselben praktische Einwendungen erhoben, die hauptsächlich in der Schwierigkeit bestanden die Enden des Drahts zu sichern, den Boden haltbar zu machen und das Mundstück zu bilden. In wie weit es Herrn Longridge gelang diesen Schwierigkeiten zu begegnen, müssen die Mitglieder beurtheilen. Offenbar sei aber von Herrn Longridge ein derartiger neuer Vorschlag ausgegangen, der ihm den Anspruch gab seine Versuche, ein leichtes und wirksames Geschützrohr zu verfertigen, seitens der Regierung beachtet zu sehen, besonders in der Erwägung daß hier der Gegenstand zum erstenmale die sorgfältige wissenschaftliche Untersuchung gefunden hatte, welche seine große Wichtigkeit verlangt.

Der Versammlung wurden zwei, nach den wissenschaftlichsten Entwürfen und in der schönsten Bearbeitung ausgeführte Geschützrohre gezeigt: die Erfindungen Sir W. Armstrong's und des Herrn Whitworth. Hinsichtlich des ersteren Rohrs könne der Präsident den ausgesprochenen Ansichten über die Schwierigkeit, solche Rohre zu schmieden, nicht zustimmen. Er habe der Arbeit beigewohnt und müsse, so weit seine Erfahrung reicht, sagen daß die Konstruktionsart sehr befriedigend zu sein scheint. Er bezweifele nicht daß die auf diese Weise in der neuen Geschützfabrik zu Woolwich verfertigten Rohre alle die Eigenschaften besitzen werden, die ihnen beigelegt wurden. Gleichzeitig lasse sich aus dem Verlaufe der Verhandlungen deutlich entnehmen, daß die Meinung zu Gunsten des homogenen Metalls, welches bei der Fabrikation der Whitworth-Rohre gebraucht wird, vorherrscht, und dieser Meinung schließe er sich an. Dies Metall besitze sicherlich die ihm zugeschriebenen Eigenschaften, es sei fast so hart als Stahl und so zähe als Kupfer; und was könnte man von dem Materiale für Geschützrohre mehr verlangen? Gewiß haben gußeiserne Rohre zu Zeiten erstaunliche Resultate geliefert, sie haben eine außerordentlich große Schußzahl und Anstrengung ertragen. Es sei aber gar keine Sicherheit vorhanden,

Digitized by Google

gleichmäßig dieselben Resultate zu erhalten; in einem Falle habe ein gußeisernes Rohr fünfzehnhundert oder zweitausend Schüsse ausgehalten, während ein anderes, von demselben Metalle und genau unter denselben Umständen gegossenes Rohr nicht einen Tag hielt. Dies sei ein schwerer Einwurf gegen die gußeisernen Rohre; auch spreche deren großes Gewicht heutigen Tages in sehr bedeutender Weise gegen die Verwendung dieses Materials sowohl zu Feldgeschützen als zu den Schiffsarmirungen. Bei der Anschaffung von Geschützrohren sollten die ersten Kosten nicht in Betracht kommen gegen die Erreichung der größten Brauchbarkeit, verbunden mit der größten Gewichtsverminderung. Letztere halte er für ganz besonders wichtig; für das Feldgeschütz sei sie wegen der jetzt erforderlichen Manövrirfähigkeit nothwendig, und für die Kriegsschiffe die eine Armirung von hundert und vierzig Kanonen tragen, müsse sie offenbar von den wesentlichsten Folgen sein. Die Frage, ob gußeiserne Rohre mit Zügen versehen werden können, möchte vor zwanzig oder dreißig Jahren ganz am richtigen Platze gewesen sein; ohne Zweifel liege irgendwo eine Schuld, daß gezogene Geschützrohre nicht früher als seit den letzten paar Jahren in ernstliche Erwägung genommen und praktisch versucht wurden.

Indem er zu einigen Bemerkungen über die praktischen Ergebnisse von Versuchen und über die gegenwärtige Ausübung der Geschützkunst übergehe, bitte er die Berechnungen und Resultate welche er vorlegen würde, nur als Annäherungen zu betrachten. Es wurden ihm die Resultate einer unzähligen Menge von Versuchen mitgetheilt; er fand aber, als er sie untersuchte, daß sie zum großen Theile nicht viel Vertrauen verdienen. Er wolle hiemit nicht sagen daß offenbare Thatsachen ausgeschieden oder falsch dargestellt wären, aber daß Umstände, welche bei den Versuchen vorkamen und die auf die Resultate Einfluß hatten, übergangen und daß letztere hierdurch für die Forschung unbrauchbar wurden. Dabei mußte er aus manchen Dingen die Ueberzeugung gewinnen, daß er sehr wenig Fortschritte in der Artillerie-Wissenschaft gemacht hatte. Vor einigen Wochen glaubte er nahe daran zu sein, einige bestimmte Resultate feststellen zu können, aber jetzt nach sorgfältigerer Untersuchung fühle er, daß nur die Schwelle dieser wichtigen Wissenschaft erreicht und kaum etwas in derselben vollständig bekannt sei. Der allererste Punkt in der Geschützkunst, in welchem aber die Autoritäten nicht übereinstimmen, sei der Anfangsdruck des Schießpulvers und die Art wie letzteres auf das Geschoß wirkt. Hierüber herrschen die entgegengesetztesten Meinungen. Er verstehe unter dem Anfangsdrucke des Schießpulvers den Druck, welchen die entwickelten Pulvergase ausüben würden, wenn sie auf den Raum den das Pulver selbst einnahm, beschränkt blieben. Von diesem Drucke müsse man ausgehen, um mit Berücksichtigung der Umstände, unter welchen die Verbrennung des Pulvers erfolgt, seine Wirkung zu berechnen. Im Verlaufe der Verhandlungen habe der Capitain Boxer, welcher eine angesehene Stellung im Königlichen Arsenale zu Woolwich einnehme und viele Kennt-

Digitized by Google

nisse über die Pulververbrennung und die erforderliche Widerstandsfähigkeit der Metalle haben werde, behauptet daß die Kraft des Schießpulvers zweierlei Art sei — eine statische und eine Stoßkraft. Von dieser Meinung müsse der Präsident entschieden abweichen. Statisch würde ein Pfund Pulver zur Hervorbringung einer Geschwindigkeit nicht mehr beitragen, als irgend ein anderes Pfund; und wenn das Pulver stoßartig wirkte, müßte es Geschoß und Geschütz zerstören.

In dem Werke des Herrn Lynall Thomas *) werde gesagt, daß die Wirkung des Schießpulvers etwas räthselhaftes habe, daß ehe die Gase auf das Geschoß drücken und unabhängig von ihrer Expansions-Wirkung gewisse Schwingungen vorhanden wären, welche dem Geschosse auf irgend eine Weise eine anfängliche Geschwindigkeit ertheilten. Herr Treadwell **) dagegen behaupte, daß die ganze Kraft des Pulvers von dem Beharrungsvermögen des Geschosses oder irgend einer anderen Masse, mit der es im Augenblicke der Verbrennung in Berührung kommt, abhänge, und ferner daß eine große Pulverladung, wenn sie im leeren Raume explodirte, nicht ein Blatt Seidenpapier zerreißen würde. Es sei kaum nöthig, gegen diese Behauptung unbedingten Widerspruch zu erheben. Alle Erscheinungen welche bei der Explosion des Pulvers vorkommen, können aus einfachen mechanischen Vorgängen erklärt werden. Nehme man an, daß die in einem Gefäße entwickelten Pulvergase ihre Kraft von dem Drucke einer 100000 Fuß hohen, gleichmäßig dichten Säule bekommen, so werde man finden daß alle folgenden Erscheinungen in befriedigender Weise erklärt werden können. Das Element der Zeit werde im Allgemeinen ganz vernachlässigt. Nun bringe das Pulver, ob es sich in einem Rohre, oder im leeren Raume, oder in der Luft befindet, anfänglich denselben Druck hervor; im Rohre gebrauche die Explosion aber wegen der Trägheit des Geschosses mehr Zeit. Dieselbe Pulvermenge explodire in freier Luft mit so unmeßbarer Geschwindigkeit, daß der Druck nicht früher entstehen könne als er schon durch die Ausdehnung der Gase ausgeglichen werde. Die Geschwindigkeit von 800 Fuß per Secunde erreichte z. B. das Geschoß eines 80-pfündigen gezogenen Rohrs in $^1/_{300}$ Secunde, eine Gewehrkugel in $^1/_{3000}$ Secunde. Hieraus könne man sich einen Begriff machen von den äußerst kleinen Elementen, die bei der Erwägung dieses Gegenstandes von Wichtigkeit sind, da aus der Zeit allein die Erklärung aller bei der Explosion des Pulvers eintretenden Erscheinungen zu entnehmen ist. Der Präsident habe den Anfangsdruck der Gase durch ihre mechanische Leistung, d. h. durch die Geschwindigkeit mit welcher das Geschoß das Rohr verläßt, zu ermitteln gesucht. Er nahm an, was jedoch nicht richtig ist, daß alles Pulver momentan verbrenne; dann würde ein Druck von fast 2000

*) „Rifled Ordnance; a practical Treatise on the Application of the Rifle to Guns and Mortars", etc. By Lynall Thomas. 8vo. London 1859

**) „On the Practicability of constructing Cannon of great calibre," etc. By D. Treadwell. Cambridge 1856.

Digitized by Google

Atmosphären erforderlich sein, um die Anfangsgeschwindigkeit hervorzubringen. Er nahm darauf die Explosion so an, als wenn der Druck durch die Länge des Rohrs konstant sei; dann würde der Anfangs-Druck nicht weniger als 5000 Atmosphären betragen. Er könne deshalb nicht zu der Ueberzeugung gelangen, daß der Anfangsdruck des Schießpulvers so gering als 3000 Atmosphären oder 20 Tonnen auf den Zoll sei. Noch ein anderes Element komme in Betracht: die außerordentliche Verringerung den die Kraft erleidet, indem die Gase dem Geschosse folgen und bei ihrer Ausdehnung Wärme verlieren. Nehme er an daß der Gasdruck einer Säule von 100000 Fuß Höhe gleich sei, so wäre die Geschwindigkeit mit welcher Gas von dieser Höhe in den leeren Raum eindringen würde, 2500 Fuß in der Secunde. Habe nun das 80-pfündige Geschoß eine Geschwindigkeit von 800 Fuß per Secunde erreicht, so müsse die Kraft des Gases auf diejenige Säule reducirt sein, welche der Differenz der Geschwindigkeiten oder einer Geschwindigkeit von 1700 Fuß in der Secunde entspricht und die $^2/_5$ von der ganzen Säule ist. Das Gas verliere also bis das Geschoß 16 Zoll zurücklegte, außer daß es durch den Raum den es einnimmt auf die Hälfte herabgesetzt wird, noch $^3/_5$ seiner Geschwindigkeit. Der mechanischen Leistung nach müsse demnach der Anfangsdruck des Pulvers viel größer als 3000 Atmosphären sein.

Bei der Betrachtung dieses Gegenstandes sei dem Präsidenten eingefallen, einmal einen Vergleich anzustellen zwischen der mechanischen Leistung des Schießpulvers und derjenigen der Kohlen. Bei dem 3-pfündigen Whitworth-Rohre werde die Anfangsgeschwindigkeit von 1300 Fuß per Secunde in $^1/_{200}$ Secunde hervorgebracht. Diese mechanische Leistung werde durch das Heben des Geschosses auf 26000 Fuß gemessen, was so viel sei als wenn 1 Pfd. 78000 Fuß gehoben wird; und das geschehe in $^1/_{200}$ Secunde. Das Maß einer Pferdekraft sei: 33000 Pfund in der Minute, oder $^{23}/_4$ Pfund in $^1/_{200}$ Secunde einen Fuß hoch zu heben. Also entspreche die Wirkung von 8 Unzen Pulver 28000 Pferdekräften. 8 Unzen Pulver in $^1/_{200}$ Secunde mache 4000 Tonnen in einem Tage. Eine Maschine von 28000 Pferdekräften, die 24 Stunden arbeitet, würde 1200 Tonnen Kohlen verbrauchen, so daß 1 Pfund Kohlen so viel leistet als 3 Pfund Pulver.

Der zunächst zu betrachtende Gegenstand sei der Luftwiderstand. Die einzigen gut verzeichneten Versuche wären die, mit der allergrößten Sorgfalt und Ueberlegung ausgeführten des Dr. Hutton*). Wenn diesem ausgezeichneten Manne die mechanischen Hülfsmittel der jetzigen Zeit zu Gebote gestanden hätten, so würde die Theorie des Schießens einen ganz anderen Standpunkt erreicht haben, als sie jetzt einnimmt. Aber der Dr. Hutton mußte gegen eine Menge von Schwierigkeiten

*) „Tracts on Mathematical and Philosophical Subjects", etc. By C. Hutton. 8vo. Vol. III. Tract 37. London 1812.

Digitized by Google

ankämpfen. Jeder der sich dieselben zu vergegenwärtigen wünscht, sollte sich mit den Einzelnheiten der Versuche und den Berechnungen bekannt machen. Die Geschwindigkeit des Geschosses wurde durch das ballistische Pendel ermittelt, während der Luftwiderstand durch eine sich drehende Maschinerie bestimmt wurde. Das Resultat ergab den sehr großen Luftwiderstand gegen eine 1-pfündige 2-zöllige Kugel von 102 Pfund bei 2000 Fuß Geschwindigkeit und von $42\frac{1}{2}$ Pfund bei 1300 Fuß Geschwindigkeit; und sonderbarerweise zeigte sich daß der wirkliche Luftwiderstand nahe dem Drucke gleich sei, den ein Wind von derselben Geschwindigkeit gegen eine Scheibe desselben Durchmessers ausübt.

Der Luftwiderstand habe drei Ursachen: Die Verschiebung der Luft, die Luftreibung an der Oberfläche und die Rückwirkung, die von dem hinter dem Geschosse entstehenden leeren Raume herrühre, welchen die Luft wieder ausfüllen muß. Der Luftwiderstand folge nicht dem gewöhnlichen quadratischen Gesetze, sondern man glaube daß er bei allen sphärischen Geschossen größer sei als die Theorie ihn angiebt. Denn die neben der Flugbahn des Geschosses liegende Luft sei nicht in einem ruhenden Zustande und sofort bereit den leeren Raum auszufüllen, sondern werde von der Oberfläche des Geschosses in tangentialen Richtungen abgestoßen, so daß die Partikel nicht nur ihre Richtung ändern, sondern auch ihre Bewegung verzögern müssen, ehe sie in die von dem Geschosse gezogene Furche hineinfließen können. Es sei festgestellt daß der erfahrungsmäßige Widerstand nahe doppelt so groß ist als der aus der Theorie abgeleitete.

Der sehr bedeutende Widerstand der Luft veranlaßte den Dr. Hutton, welcher den von Robins eingeschlagenen Weg verfolgte, als einziges Gegenmittel den Gebrauch von Langgeschossen zu empfehlen. Dieser war natürlich nur bei gezogenen Rohren, welche die richtige Bewegung des Geschosses sichern, zulässig.

Die Bemerkungen über die gezogenen Rohre mögen sich hier auf die beiden von Sir W. Armstrong und Herrn Whitworth angenommenen Systeme beschränken. Bei dem ersteren greifen die Züge in die weiche Metallbekleidung des Geschosses ein, bei dem letzteren werde das Geschoß von hartem Metall genau in die Polygonal-Bohrung eingepaßt.

Das Langgeschoß vermindere den Luftwiderstand in mehrfacher Hinsicht. Erstens habe es im Vergleich zur Fläche ein größeres Moment. Vergleiche man das 1-pfündige Rohr von 2 Zoll Durchmesser mit dem 3-pfündigen Whitworth-Rohre von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, so sei die dem Widerstande ausgesetzte Fläche bei dem ersteren fast doppelt so groß als bei dem letzteren, und außerdem verhalten sich die Momente dem Gewichte nach fast wie 3:1, was den Luftwiderstand beinahe in dem Verhältnisse von 6:1 vermindert. Auf dem Wege sorgfältiger Versuche könne man den Widerstand noch mehr herabsetzen, indem man dem vorderen Theile des Geschosses eine spitzere Form als die halbkugelförmige giebt. Um aber die größte Wirkung hervorzubringen, d. h. um das

Digitized by Google

Geschoß möglichst zu verlängern, sei es nothwendig die richtigen Grenzen des Dralls zu bestimmen. Hinsichtlich dieses Punktes stimme der Präsident in der Ansicht daß die Stärke des Dralls unwesentlich sei, weder mit Sir W. Armstrong noch mit Herrn Longridge überein. Er halte die Stärke des Dralls im Gegentheil für sehr wesentlich, weil hierdurch der Gebrauch kurzer oder langer Geschosse bedingt werde. Man müsse auch bedenken wie gering der Betrag von Kraft ist, der zur Ertheilung der nöthigen Rotation verwendet wird. Herr Longridge habe diesen Betrag zu ungefähr $^1/_{40}$ von der Kraft angegeben, welche nöthig ist um dem Geschosse die fortschreitende Geschwindigkeit zu ertheilen, einschließlich der welche durch die Reibung verloren geht; aber des Präsidenten eigene Untersuchung ergab bei dem 3-pfündigen Rohre, daß die Rotation nur $^1/_{170}$ von der Kraft verbraucht, welche dem Geschosse die verlangte Anfangsgeschwindigkeit ertheilt.

Bei der Prüfung der Versuche sei das passendste Verfahren, das Verhältniß des Geschwindigkeitsverlustes mit Bezug auf den Raum, besser als mit Bezug auf die Zeit festzustellen. Theoretisch und praktisch ergebe sich, daß die in gleichen Räumen eintretende Verzögerung ein bestimmtes Verhältniß zu der Geschwindigkeit habe. Verliere z. B. ein Geschoß bei 1000 Yards Geschwindigkeit per Secunde auf eine gewisse Strecke 10 Fuß, so würde es bei einer Geschwindigkeit von 500 Yards per Secunde auf derselben Strecke 5 Fuß Geschwindigkeit verlieren. Diese Angaben dürften indessen nur als Annäherungen betrachtet werden; denn der zuverlässigen Versuche wären bis jetzt so wenige, daß bestimmte Angaben über diesen Gegenstand nicht gerechtfertigt werden könnten. Die Versuche müßten weiter fortgeführt und mit Benutzung elektrischer Telegraphen die Zeiten und Schußweiten ermittelt werden, so daß die Anfangsgeschwindigkeit über allen Zweifel sicher festgestellt werden könnte.

Nach diesen Bemerkungen theilte der Präsident einige Resultate aus neueren Versuchen mit, um zu zeigen was durch die gezogenen Rohre gewonnen ist. Die ersten beziehen sich auf

Sphärische Geschosse.

Gewicht. Pfunde.	Durchmesser. Zolle.	Pulverladung. Unzen.	Elevation. Grade.	Anfangsgeschwindigkeit. Fuß pr Sec.	Wirkliche Schußweite. Fuß.	Weite der parabolischen Bahn. Fuß.
1	1,96	4	15	1234	4660	25000
		8	15	1644	6066	44000
3	2,78	..	20	1200	4800	31200
		..	30	1200	7680	45000

Digitized by Google

Man sehe hieraus daß die Weite der paraboliſchen Bahn 5 bis 7 mal ſo groß als die wirkliche Schußweite iſt.

Die folgenden Reſultate beziehen ſich auf

Die gezogenen Whitworth-Kanonen.

Gewicht des Geſchoſſes. Pfunde	Durchmeſſer v. Fläche zu Fläche Zolle.	Länge der Seele. Zolle.	Drall eine Umdrehung auf 3	Pulverladung.	Anfangsgeſchwindigkeit. F. p. S.	Zahl der Umdrehungen in einer Secunde.	Elevation Grade.	Wirkliche Schußweite. Fuß.	Weite der paraboliſchen Bahn. Fuß.
3	$1^1/_2$	72	40	8 Unz.	1300	400	3	4707	5550
							10	12567	18300
							20	20970	34500
							35	28740	49200
12	$3^1/_4$	93	60	28 Unz.	1300	260	2	3756	3780
							5	6960	9210
							10	11739	18300
80	5	118	100	12 Pfd.	1300	156	5	7722	9200
							7	10476	12900
							10	13665	18300

Vergleiche man die Reſultate des 3-pfündigen Whitworth-Rohrs mit denen des 1-pfündigen Rohrs, welches Hutton gebrauchte, ſo ergebe ſich Folgendes: Bez. ſei die Pulverladung $^1/_6$ und $^1/_2$ geſchoßſchwer, die Elevation 10 und 15 Grad geweſen, und dabei die Anfangsgeſchwindigkeit des Langgeſchoſſes um ein viertel geringer als die der Kugel. Dennoch habe erſteres mit einer niedrigeren Elevation eine mehr als doppelt ſo große Schußweite als die Kugel erreicht, während die Weite der paraboliſchen Bahn die wirkliche Schußweite bei dem Whitworth-Rohre nur um 50, bei dem glatten Rohre um 600 Procent übertraf. Die Verſchiedenheit dieſer Ergebniſſe müſſe dem Umſtande zugeſchrieben werden, daß die 1-pfündige Kugel auf 100 Yards der Flugſtrecke 15 Procent an Geſchwindigkeit verliert, während das 3-pfündige Whitworth-Geſchoß einen Geſchwindigkeitsverluſt von nur $^2/_3$ Procent erleidet, was weniger als $^1/_{20}$ vom Geſchwindigkeitsverluſte der Kugel iſt. Mit anderen Worten, der Widerſtand gegen das 3-pfündige Geſchoß ſei nur $^1/_{20}$ von dem gegen die 1-pfündige Kugel, was theilweiſe der kleineren Oberfläche welche jenes der Luft entgegenſetzt, beizumeſſen ſei. Sir John Burgoyne habe geſagt, daß im Breſche-Schuſſe die alten Dienſt-Rohre nicht übertroffen werden könn-

Digitized by Google

ten, weil ihre Geschosse eine so große Anfangsgeschwindigkeit besäßen. Dies sei bis zu einer gewissen Grenze richtig. Man müsse aber bedenken, daß nach den ersten 500 Yards die Geschwindigkeit des sphärischen Geschosses auf die des Langgeschosses herabgekommen ist, während letzteres hinsichtlich seiner Gestalt und Eindringungskraft caeteris paribus dem ersteren überlegen ist. Außerdem sei es eine Thatsache, daß ein Langgeschoß auf die Entfernung einer Meile gegen eine Mauer oder irgend einen andern Gegenstand dieselbe Wirkung hat, als eine 68-pfündige Kugel auf eine Entfernung von 500 Yards. Deshalb sei der große Vorzug der Langgeschosse gerade für den Bresche-Schuß augenscheinlich.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf

Die Armstrong-Rohre.

Gewicht des Geschosses. Pfunde	Durchmesser Zolle.	Pulverladung Unzen.	Anfangsgeschwindigkeit Fuß pr. Sec.	Elevation.	Wirkliche Schußweite. Fuß.	Weite der paraboli-schen Bahn. Fuß.
5	..	..	1000	4° 26′	4500	4860
				6°	5892	6600
				11°	9000	12000
12	3	24	1100	7°	7440	9300
				8°	8400	10660
				9°	9000	11880

Die vorstehenden Resultate enthalten den Beweis, daß bei niedrigen Elevationen die wirkliche Schußweite der Weite der paraboliſchen Bahn nahe kommt. Sir W. Armstrong habe auf das neue Element, welches diese Erfolge hervorbringt, hingewiesen, nämlich auf den mit der Elevation zunehmenden Winkel zwischen der Achse und der Bahn des Geschosses. Das von Herrn Longridge gegebene Diagramm (Fig. 34) erläutere die Voraussetzung, daß ein unter 2° Elevation abgeschossenes Projektil gegen das Ende der Flugbahn die Atmosphäre unter einem Winkel von 4 Grad trifft; und wenn man den Luftwiderstand bei diesem Winkel zerlege, so finde man den vertikal aufwärts gerichteten Theil desselben zu $\frac{1}{2}$ Pfd. bei dem 3-pfündigen Geschosse. Das Resultat würde demgemäß sein, daß von dem Buchstaben F in jener Zeichnung an die Curve flacher und am Ende der Flugbahn fast gerade wird.

Vergleiche man die Resultate welche die Whitworth- und Armstrong-Rohre bis jetzt gezeigt haben, so finde man zu Gunsten der ersteren Rohre einen Unterschied in der Anfangsgeschwindigkeit von 200 bis 300 Fuß per Secunde. Das sei wegen der Elevation, namentlich in Bezug auf die Treffſähigkeit wichtig. Als Sir W. Armstrong

Digitized by Google

seine Bemerkungen über die großen Schußweiten machte, konnte der Präsident ihm kaum beistimmen; das war aber nicht die Hauptsache. Der praktische Zweck, außerordentlich große Schußweiten zu erreichen, müsse der sein, beim Angriffe eines festen Platzes oder beim Bombardement eines See-Arsenals Tag und Nacht schießen und dabei doch außerhalb des feindlichen Bereichs bleiben zu können, so daß man ohne eigene Gefahr einem unzugänglichen Orte, jedem See-Arsenale oder Marine-Etablissement, wenn nicht den gänzlichen Untergang, so doch sehr erheblichen Schaden bereiten könnte. Es sei ein sehr wesentlicher Punkt, die Elevation verringern zu können, da hierdurch die Genauigkeit des Schusses vergrößert oder bei derselben Elevation eine größere Schußweite erreicht würde. So bekomme man z. B. unter 2° Elevation bei 1000 Fuß Geschwindigkeit per Sec. 730 Yards Schußweite, bei 1300 Fuß 1230 Yards und bei 1500 Fuß 1620 Yards. Die letztere Geschwindigkeit gebe dieselbe Trefffähigkeit bei einer Schußweite, welche das doppelte von der ist die mit 1000 Fuß Anfangsgeschwindigkeit erreicht wird.

Gegen den Bodenverschluß welchen Herr Whitworth anwende, wurde der Einwurf erhoben daß er durch Schüsse beschädigt werden könnte. Aber die Schildzapfen bieten bei jedem Geschütze auf beiden Seiten des Rohrs ebenso große Hervorragungen dar als die Angel auf der einen Seite. Gegen das Armstrong-Rohr wurde eingewendet daß es nicht die Verschiedenheit der Geschosse zulasse, auch nicht geeignet sei glühende Kugeln oder Bomben die mit geschmolzenem Metalle gefüllt sind, zu schießen. Es sei aber nicht zu bezweifeln, daß der Scharfsinn welcher Sir W. Armstrong das sehr schöne Geschütz erfinden ließ, ihn auch solche Schwierigkeiten hinsichtlich der Geschosse überwinden lassen werde. Jene Einwendungen führen nur zu der Ueberzeugung, wie wichtig eine Verbindung der beiden Systeme Sir W. Armstrong's und des Herrn Whitworth wäre, aus welcher unzweifelhaft das vollkommenste Geschütz hervorgehen würde. Die Bestrebungen dieser beiden Herren hätten ihren Ruf sehr vermehrt, und die Opfer welche sie dem öffentlichen Dienste brachten, verdienten das höchste Lob.

Herr Longridge habe sich über die kürzlich vom Kriegs-Minister hinsichtlich des Schießpulvers gemachte Bemerkung geäußert. Mit Ermächtigung Sir W. Armstrong's könne der Präsident sagen, daß jene Bemerkung nicht so zu verstehen sei, als könne Sir W. Armstrong das stärkere Pulver nicht gebrauchen — denn er könnte in der That Pulver von jeder Stärke gebrauchen —, sondern daß bei den Versuchen das langsamer verbrennende Pulver eine größere Regelmäßigkeit gezeigt habe.

Ueber Gewehre sei sehr wenig gesagt worden. Es sei aber von gleicher Wichtigkeit daß alle Zweige des Dienstes in diesem Lande mit den besten Waffen versehen werden. Der große Streit sei bisher zwischen den Enfield- und Whitworth-Gewehren gewesen. Es sei unmög-

Digitized by Google

lich zu sagen, wie man bei den ersteren auf den angenommenen Drall gekommen oder wie das Kaliber bestimmt worden ist. Der Präsident habe die Versuche mit jenen Gewehren sorgfältig geprüft. Die Schüsse welche von der Auflage geschahen und die besten hätten sein sollen, waren ganz ohne Genauigkeit; als aber beim Schießen aus freier Hand die persönliche Geschicklichkeit bei den Versuchen mitwirkte, wurden die Resultate viel besser. Die Enfield-Gewehre möchten eine passende Waffe sein, aber gewiß wurde sehr wenig wissenschaftliche Schärfe bei der Auswahl gezeigt. Dennoch müsse allgemein zugestanden werden, daß das Whitworth-Gewehr sowohl hinsichtlich der Größe der Schußweite als hinsichtlich der Treffsähigkeit dem Enfield-Gewehre weit überlegen ist; und ein kleiner Unterschied in den Kosten der beiden Waffen sollte im Vergleich zu der Leistung nicht in Betracht kommen. Jeder Soldat im Dienste koste dem Lande 50 bis 100 Pfd. für seine Ausbildung und 50 Pfd. jährlich für seine Erhaltung; die Sparsamkeit würde deshalb in der verkehrten Richtung stattfinden, wenn man sich scheue, fünf oder zehn Schillinge oder selbst zehn Pfunde für die Waffe mehr auszugeben.

Der Präsident hatte in den letzten Wochen einige Versuche mit der Büchse des Herrn Whitworth gegen Papierscheiben angestellt, die mit Abständen von 50 Yards hinter einander standen und die sämmtlich von dem Geschosse durchschlagen wurden. Aus dem Sinken des Geschosses wurde seine Geschwindigkeit für jedes Intervall bestimmt. Die Versuche waren befriedigend; es wurden aber Erscheinungen beobachtet, welche durch fernere Versuche aufgeklärt werden müssen. Dem Sinken des Geschosses nach zu urtheilen, war die Geschwindigkeit in den ersten 50 Yards nur halb so groß als die nachfolgende Geschwindigkeit; und das Geschoß fiel auf 50 Yards statt $2^1/_2$ Zoll, in diesem Raume $7^1/_2$ Zoll. Die folgenden Resultate erhielt man bei einer Schußweite von 500 Yards: in einer Büchse, die ein Kaliber von 0,442 Zoll und einen Lauf von 39 Zoll Länge hatte, gaben 70 Gräns Pulver bei 1^0 26′ Elevation einem 530 Gräns schweren Geschosse eine Anfangsgeschwindigkeit von 1300 Fuß per Sec. Einem gleichartigen Geschosse ertheilten 100 Gräns Pulver bei 1^0 8′ Elevation 1400 Fuß Anfangsgeschwindigkeit. In einer Büchse desselben Kalibers, deren Lauf aber 33 Zoll lang war, gaben 50 Gräns Pulver dem 530 Gräns schweren Geschosse bei 1^0 40′ Elevation 1200 Fuß Anfangsgeschwindigkeit.

Die Resultate bestätigten, was hinsichtlich der Kanonen gesagt wurde, daß mit zunehmender Elevation die Bewegung durch die Luft mehr verzögert wird, in Folge des größeren Winkels, unter welchem die Geschoßachse die Luft trifft.

Schließlich wollte der Präsident einige allgemeine Punkte berühren, die Allen welche der Verhandlung folgten, aufgefallen sein würden. Wenn man bedenke, wie lange die Geschützkunst bekannt ist und welche große Interessen auf dem Spiele standen, so sei es merkwürdig daß

Digitized by Google

Von dem Bearbeiter und Uebersetzer dieses Werkes sind noch folgende Schriften erschienen:

Vorträge über Artillerie.

1. Einleitung in die Balistik.

Mit 4 Tab. in gr. 4 und Fol.

gr. 8 geh. 20 *gr.*

2. Von den Schiessversuchen in der Artillerie

und ihrer

Benutzung zur Bildung von Schusstafeln.

Mit Holzschnitten.

gr. 8. geh. 15 *gr.*

Helwing'sche Hofbuchhandlung in Hannover.

In unserm Verlage ist ferner erschienen:

Der K. hannov. General Sir Julius von Hartmann. Eine biographische Skizze, von v. Hartmann, Major und Commandeur des K. preuß. 2. Dragoner-Regiments. Mit 1 Karte. gr. 8. geh. 25 *gr.*

Ferdinand, Herzog zu Braunschweig und Lüneburg während des 7jährigen Krieges. Aus englischen und preußischen Archiven gesammelt und herausgegeben vom Oberstlieutenant v. d. Knesebeck. 2 Bde. gr. 8. 5 ℛ 20 *gr.*

Geschichte der churhannoverschen Truppen in Gibraltar, Minorka und Ostindien. Mit 2 Plänen; von demselben. gr. 8. 1 ℛ 15 *gr.*

Rückblicke auf meine Militair-Laufbahn in den Jahren 1805—1849 im K. preußischen Heere, im Corps des Herzogs Braunschweig-Oels, im K. großbritannischen und im K. hannoverschen Dienst, von H. Dehnel, Oberstlieutenant i. P. gr. 8. 1 ℛ 20 *gr.*

Die Vertheidigung der Stadt Menin und die Selbstbefreiung der Garnison. (Mit 1 Plane) Von G. v. Scharnhorst. gr. 8. 15 *gr.*

Geschichte der Belagerung von Gibraltar Vom Anfange derselben im Jahre 1779 bis zur Beendigung durch den Friedensschluß 1782, mit 1 Plane der Festung und des spanischen Lagers; von G. v Scharnhorst. 8. 10 *gr.*

Die unbestimmte Analytik von Dr. *H. Scheffler.* 2 Bde. gr. 8. 2 ℛ 25 *gr.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google